

---

# **숲가꾸기 표준 교재**

## **- 산림경영 -**

---



**산 림 청**

## 1. 산림 측정

# 1. 산림 측정

## 1.1. 임목 측정

임업에서 측정(measurement)은 일반적으로 기구를 사용하여 일정 단목 또는 임분의 크기, 규격, 범위 등에 대한 수치를 얻게 되는 행위로서, 우리는 단목에 대한 수령, 수고, 직경, 지하고, 원목길이, 그리고 임분에서도 이와 동일한, 집단 개념의 정보를 얻을 수 있다. 이러한 정보들은 실제 측정자와 정보 이용자에게 관련 연구 또는 업무에 있어 많은 파생효과를 가져다주며, 임업 및 산림관련 연구의 발전을 위한 근간이 되므로 정확한 측정은 중요한 일이다. 산림에서의 측정대상은 앞서 언급한 나무의 나이, 높이 등의 가시적인 것 뿐만아니라, 눈에 보이지 않는 기온, 습도, 공간적 경쟁 등도 측정할 수 있으며, 이를 측정하는 기구 역시 아주 다양하여, 아날로그에서 디지털 및 레이저에 이르기 까지 첨단화에 이르고 있다.

### 1.1.1. 단목 측정

#### 1.1.1.1. 수령

수령은 그 나무가 살아온 역사이기에 환경적, 인위적 영향들이 고스란히 나이테에 나타나 있어 생장뿐만 아니라 기상학적인 면에 있어서도 중요한 척도가 된다. 수령을 알 수 있게 해주는 나이테는 나무의 줄기나 뿌리의 횡단면에 나타나는 동심원상의 테를 말하는데, 이 테는 형성층에서 만들어 내는 세포들의 생장차이 때문에 생긴다. 즉, 봄부터 여름에 걸쳐 만들어 내는 세포들(춘재)은 일반적으로 지름이 크고 세포막이 얇으며, 늦은 여름부터 초가을에 걸쳐 만들어 내는 세포들(추재)은 지름이 작고 세포막이 두껍다. 따라서 춘재는 색깔이 얇고 영성해 보이며, 추재는 색깔이 짙고 치밀해 보이는 테가 형성된 것이다.

일반적으로 침엽수에서는 춘재와 추재와의 경계가 뚜렷하지만, 활엽수에서는 뚜렷하지 않은 경우가 종종 있다. 이들의 너비는 동일 수종에서도 어린 나무는 넓고, 늙

으면 좁아지는 것이 보통이며, 간벌, 시비 등 육림작업이나, 강수량, 기온, 토양성분, 일조량, 병해충 등 환경 조건에 의해서도 큰 차이가 생긴다.

임학적인 측면에서 수령을 분류하자면, 크게 현실령과 경제령으로 나눈다. 현실령이라함은 임목종자가 받아하여 현재의 임목상태가 되기까지의 수령으로서 통상적으로 말하는 수령이다. 이에 반해 경제령은 임분이용상 편의를 도모하기 위하여 정하는 나이로 본수령, 재적령, 평균생장량령, 단면적령, 흥고령, 표준목령, 수확표령 등이 있다.

앞서 언급한 바와 같이 수령은 일반적으로 나이테의 수를 셀해서 알 수 있다. 그러나 적도지역의 나무들은 균일하지 않은 나이테를 가지는 것이 일반적이며, 심지어는 나이테가 전혀 없는 것들도 있다고 한다. 이를 해결하기 위해서 식물학자들은 몇 년에 걸쳐서 나이테를 구분할 수 있는 나무들과, 그렇지 않은 나무의 크기를 서로 비교하는 연구방법을 사용하기도 하였다. 그러나 같은 나무라도 나이에 따라 나무의 생장속도는 달라질 수 있으며, 같은 종 내에서도 변이가 매우 심하기 때문에 이 방법은 정확도가 떨어질 수밖에 없다. 이 문제를 해결하기 위해서 탄소동위원소를 이용한 연대 측정방법을 사용할 수 있는데, 이 방법을 사용한 연구결과에 의하면, 이전 까지 밝혀진 나무의 나이와는 적지 않은 차이를 보였다고 하였다. 이와 같이 목측 또는 기타 개괄적인 측정에 의한 나무나이 측정과 과학적 방법을 이용하는 측정 간에는 차이가 생기기 마련이다.

다음에 설명하는 바와 같이 수령의 측정방법은 생각보다 다양하며, 정도차가 항상 발생하고 있다.

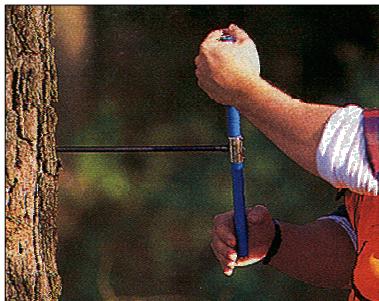
#### 가. 기록에 의한 방법

나무를 심을 당시의 조림부 또는 조사부에 기록되어 있는 묘령(苗齡)에 현재까지의 경과연수를 더하여 나이를 측정하며, 주로 동일한 연도에 조성된 인공림에서 사용한다. 기록에 의한 수령 측정은 아주 정확한 것이기는 하나, 측정자는 해당 나무가 있는 현장을 직접 방문하여 확인하여 볼 필요가 있다.

#### 나. 나이테 수에 의한 방법

뿌리에 가장 근접한 나무줄기 단면을 벌채할 경우, 여기에 나타나는 나이테 수가 가장 근접한 나무 나이라 볼 수 있다. 그러나 이 나이테를 바로 정확한 나이로 판정 할 수 없는 이유는, 지면과 같은 부위에서 나무를 벌목하기가 어려우므로 대개 지면에서 어느 정도의 높이(통상 10~30cm)에서 벌목하기 때문이다. 따라서 수령은 벌목

된 나무 단면의 나이테 수에다 수종별로 그 높이까지의 자라는 연수를 더하여 수령으로 한다(수종에 따라 다르지만 보통 2~5년). 또한 일부 계곡 등지에 생육하는 나무는 토사 등으로 인하여 줄기밑 상당부분이 묻혀 있으므로 벌목된 부위의 나이테로서 그 나무의 나이를 측정함은 오류를 가져 올 수 있다.



<그림 5-1-1> 생장추와 이를 이용한 수령 측정 방법

(그림 5-1-1).

이때 주의하여야 할 사항은 가능한 한 생장추의 송곳부위와 줄기는 직각을 이루어 야 하며, 수령을 측정하고자 하는 나무의 정 중앙부위를 뚫어야 정확한 결과를 측정 할 수 있다. 추출된 목편의 나이테 수와 측정위치만큼 자란 경과연수를 더하면 측정 대상목의 수령이 된다.

생장추와 유사한 'Registograph'라는 수령 측정기기가 있는데, 이 기기는 생장추와는 달리 사람이 직접 손잡이를 돌려 목편을 추출하는 방법이 아니라 전기의 힘에 의해 부착된 송곳을 줄기에 밀어 넣는 방식으로 바로 그 자리에서 춘재와 추재의 구분을 그래프 상으로 볼 수 있으므로 다소 편리한 도구라고 볼 수 있다. 그러나 춘재와 추재를 구분하는 sensor 달린 송곳부분이 아주 약한 단점이 있어, 참나무류 또는 느티나무류 등의 줄기가 단단한 나무, 특히 노거수 등 나이 측정이 거의 불가하므로 그다지 이용되지 못하고 있다.

그 외에 생장추에 의해 추출된 목편이나, 벌목에 의해 채취된 원판(disc)을 실내로

#### 다. 생장추(increment borer) 및 기타 측정 기기에 의한 방법

벌목이 곤란한 경우 아주 빈번하게 이용하는 방법으로 그림과 같은 생장추를 이용한다. 뿌리 가까운 부분(또는 흉고부분)에서 줄기의 중심을 향하여 생장추를 돌려 넣고 목편(core)을 뽑아내어 나무 중심까지의 나이테 수를 세어 수령을 측정하는 방법이다(그림 5-1-1).

옮겨와 나이테의 개수, 폭 및 밀도 등을 정확하게 측정할 수 있는 기기가 있다 ; 'Lintab', 'Win-Dendro', 'Dendroscope' 'Dendroxray', '디지털 연륜측정기(국내산)' 등. 또한 일부 아주 오래된 노거수의 경우에는 탄소동위원소법을 이용하여 나이를 측정하기도 한다.

또한 목재해부학적 측정 방법이 있는데, 목편의 횡단면에서 시편을 채취하여 염색 처리, 탈수, 치환, 봉입, 프레파레트 제작 등의 과정을 거친 후 전자현미경에 의한 세포 관찰을 한다. 이러한 측정은 아주 정밀을 요하거나, 법적인 소송과정에 있는 민감한 사안일 때 이용된다.

#### 라. 줄기 마디(枝節)에 의한 방법

소나무나 잣나무와 같은 소나무류는 전년의 초단부였던 곳에서 가지가 규칙적으로 발생하기 때문에 죽은 가지의 흔적이 뚜렷하다. 이러한 수종은 현재 붙어있는 가지마디와 죽은 가지 사이의 흔적을 세어 수령을 측정할 수 있다. 이 방법은 어린 나무의 나이가 측정 시 이용하면 정확한 결과를 얻을 수 있으나, 나이가 들수록 줄기 아래쪽 가지마디의 흔적 식별이 어려워지므로 노령(老齡)화된 나무의 수령 측정 방법으로서는 바람직하지 못하다.

#### 마. 흉고직경에 의한 방법

측정목의 흉고직경과 수령과의 관계를 나타내는 함수식( $Age=f(D)$ )을 이용하는 방법으로서, 개발된 함수식에 흉고직경 측정치를 대입함으로서 수령을 추정할 수 있다. 이와 같은 방법은 측정이 곤란한 곳에 위치한 나무, 오래된 노거수의 경우 나이테로서 수령 측정이 곤란하므로 개략적인 수령을 추정할 때 이용된다. 이 방법은 다소 오차의 범위가 넓다는 점이 단점이며, 수령 측정의 대안이 없을 경우 이용함이 바람직할 것이다. 이러한 자료는 산림과학원에서 구축한 임분수확표에서 찾을 수 있으며, 수확표는 임목이 잘 자라는 곳(지위가 높은 곳)과 못 자라는 곳(지위가 낮은 곳)으로 나누어 표기하고 있다.

#### 바. 혼합방법(공동(空洞)된 노거수 나이 측정)

대부분의 나무는 수령이 증가하고 직경이 비대해짐에 따라 일정 시점이 되면 줄기 내부가 썩어 공동(空洞)화가 진행된다. 썩지 않은 부분에 대해서는 생장추 등으로 목편을 추출하여 나이테 개수로서 수령을 파악할 수 있지만, 공동화된 부분의 연륜을 알 지 못하고는 나무 전체의 수령을 알 수가 없다. 따라서 산림과학원에서는 주변에

생육하는 같은 수종의 어린나무를 이용하여 노거수 유령기(幼齡期) 나이를 추정하고 있다.

물론 환경적인 요인은 생장의 시공간(時空間)에 있어 공동된 나무와 어린 나무사이에 차이가 날 수 있지만, 전혀 다른 지역의 나무보다는 주변의 나무가 생장형태나 속도 등이 유사할 것이라 판단하여 이용하는 것이다. 쉽게 말해서 공동화가 이루어진 노거수의 줄기 내부에 어린나무를 끼워 넣는다고 보면 될 것이다.

주변에 같은 수종의 나무가 없을 경우에는 측정 가능한 나이테는 생장추 등으로 측정하고, 그 외에 부분은 앞서 언급한 흉고직경에 의한 방법을 이용하는 혼용방법으로 추정할 수가 있다. 이 방법으로 산림과학원(1994년)에서는 우리나라 전역의 대표적인 노거수목에 대한 대체적인 나이를 추정한 바 있다.

### 1.1.1.2. 수고

수고(tree height)는 일반적으로 임목이 위치한 지상부에서부터 수간(stem)의 최상초두부까지의 길이이다. 수고 측정은 수간의 굽음 또는 지상부의 요철 등에 따라 다소의 측정치 오차가 발생할 수 있으므로 주의를 요하는 측정 인자이다. 또한 수고의 종류는 다양하게 나눌 수가 있다. 즉, 전체 수고(total height)란 앞서 언급한 바와 같이 최고 생장지점까지의 길이이며, 지하고(clear length)는 가지가 살아있는 곳까지의 수간길이, 근주고(stump height)는 지상부에서 근주 끝까지의 길이이며, 이는 주로

활엽수에

서 볼 수

있다. 그

외에 용

재로 서

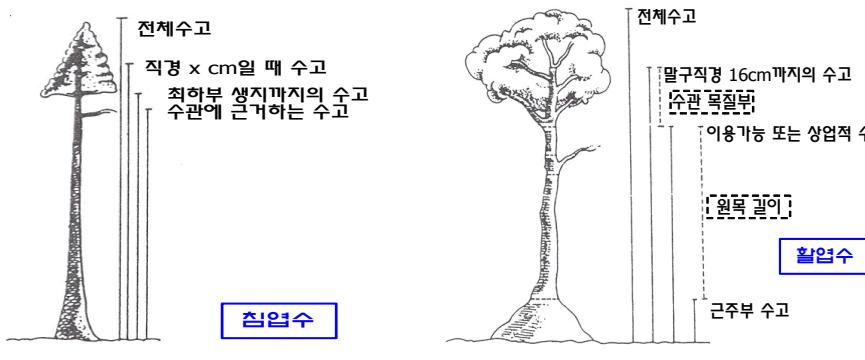
이 용이

가능한

곳까지의

수고인

이용수고



<그림 5-1-2> 수고의 종류

(merchantable height), 수관의 길이인 수관고(crown height), 수관부위에서의 목질부(또는 가지)가 차지한 수고인 수관목질수고(crown wood height) 등이 있다.

수고는 현존 임분의 환경조건에서의 입지 비옥도를 판단하는데 중요한 인자이다. 임령과 우세목 수고로서 지위를 판정하게 되는데, 동일 임령에서 지위가 높다는 것은 낮은 지위보다 비옥도와 생산력이 상대적으로 우수하다는 의미이다.

수고 측정에 있어서는 측정하고자 하는 대상물, 기구, 기구 이용법이 주요 관련요인이며, 측정방법은 크게 두 가지로 나뉜다.

- 직접적인 방법 ; 직접 나무를 올라가거나, 사다리를 이용하여 측정하는 방법
- 간접적인 방법
  - 유사 삼각형법을 이용하는 방법
  - 입목간의 거리, 각을 이용하는 방법

이들 두 가지 방법 중에서 직접적인 방법은 유묘나 사람 크기 이하일 때 가능한 방법이며, 간접적인 방법에 있어서도 두 번째 방법인 입목간의 거리와 각을 이용하여 측정하는 방법이 많이 사용되고 있다.

몇 가지 측고기를 이용하여 나무의 수고를 측정하는 방법을 소개하면 다음과 같다.

- 하가(haga) 측고기

① 수고를 측정하고자 하는 입목에서 일정한 수평거리(10, 15, 20, 25, 30m 등)에 수고측정 위치를 정한다.

② 측고기의 회전나사를 돌려 수평거리 표시판을 맞춘다. 이때 입목과 수고측정 위치와의 수평거리가 20m이면 회전나사를 돌려 수평거리 표시판에 20의 수치가 나오도록 돌리면 된다.

③ 지시침 유동나사를 눌러 지시침이 자유로이 움직이게 한다.

④ 이상과 같이 조정된 측고기로 접안공에 눈을 대고 대물공을 통하여 입목의 초두부를 시준한다. 시준상태 그대로 지시침 고정나사를 눌러 지시침을 고정시키고 이 때 지시침이 가리키는 수고표 시판의 수치(A)를 얻는다.

⑤ 같은 방법으로 입목의 근원부를 시준 하여 수치(B)를 얻는다.

⑥ 측정하고자 하는 입목의 수고는 A+B가 된다.

- 부루메라이스(blume leiss) 측고기

① 수고를 측정하고자 하는 입목에서 일정한 수평거리(15, 20, 30m 등)에 수고측정 위치를 정한다.

② 측고기의 접안공과 대물공을 통하여 나무의 초두부를 시준하고 시준상태 그대로 지시침 고정나사를 눌러 지시침을 고정시킨다.

③ 이때 입목과 수고측정위치와의 수평거리를 20m로 정하였다면 수평거리 20m란

의 우측 수고표시판의 지시침이 가리키는 수치(A)를 얻는다.

④ 같은 방법으로 입목의 근원부를 시준 하여 수치(B)를 얻는다.

⑤ 측정하고자 하는 입목의 수고는 A+B가 된다.

• 순또측고기(suunto hypsometer)

① 순또측고기는 주로 측정 대상목과 측자자의 수평거리가 15m 또는 20m일 때 사용한다.

② 시공구를 통하여 입목의 초두부를 시준선에 맞추어 수치를 읽는다.

③ 측고기 내부에 있는 눈금자는 왼쪽이 20m일 때, 오른쪽이 15m일 때 이용하는 척도이다.

④ 순또측고기는 사용이 간편하여 현지에서 이용 빈도가 높다.

• 덴드로미터(dendrometer)

① 측정하고자 하는 입목에서 일정한 수평거리(10, 15, 20m)에 수고 측정위치를 정한다.

② 거리측정용 표판을 80cm간격으로 조정하고 대상목에 수평으로 설치한다.

③ 단면적 계수  $k=4$ 의 프리즘을 대물경 앞에 장치하고 목측으로 대상목으로부터 대략 20m 떨어져서 기계 안쪽 좌편에 나타나는 경사지시기의 각도 수치에 프리즘의 수치를 맞춘다(입목간 거리가 20m일 경우)

④ 앞뒤로 조금씩 이동하면서 표판의 표식이 중복되어 일치하는 지점이 수평거리 20m 지점이 된다.

⑤ 지시침을 풀고 초두부를 시준한 후 베튼을 눌러 지시침을 고정시키고 수치(A)를 읽는다. 그리고 같은 방법으로 입목의 근원부를 시준 하여 수치(B)를 얻어, A+B로서 입목의 수고를 결정한다.

• Vertax III 측고기(vertax III hypsometer)

① 최근 개발된 기기로서 초음파 반응으로 수고를 측정하며, 부수적으로 거리 및 각도까지 측정할 수 있다. 그리고 다른 측고기에서와 같이 10, 15m... 등 일정한 거리를 떨어져 수고를 측정해야하는 단점을 보완하여 초두부가 보이는 어느 곳에서도 수고 측정이 가능하다.

② 사용방법은 먼저 초음파 발신기를 측정대상 수목의 흉고부위에 꽂거나, 부측정자가 가슴높이에 발신기를 부착하고 측정 입목 옆에 선다. 주의할 점은 주변상황이 발신기에서 내는 음파보다 강한소리(바람, 새울음, 차소리 등)가 있을 경우 측정하지

말고 대기하였다 다시 측정해야 한다.

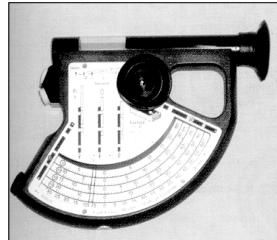
③ 측정자는 수목의 초두부가 보이는 곳에서 본체器機(vertex III)의 전원을 켜고 액정화면에 'Height' 부분이 나올 때까지 버튼을 누른 후, 발신기를 향하여 다시 버튼을 누르면 투시화면상에 '+' 표시가 나타난다. 이 상태가 입목과 측정자간 거리의 측정이 자동적으로 되는 것이다.

④ '+' 표시가 나오면 대상수목의 상부 초두부를 향하여 버튼을 누르면 해당 수목의 수고가 측정된다. 이때 흉고까지의 높이는 발신기가 있는 지점까지의 높이를 자동으로 계산해 주므로 발신기 높이를 정확하게 위치시켜야 한다.

⑤ 이때 동일 입목의 지하고 및 일정 부위의 단면고가 필요하다면, 측정자는 움직이지 말고 수고 측정상태에서, 측정하고자 하는 단면고 또는 지하고 위치에 '+' 표시가 있을 때 버튼만 눌러주면 그 위치까지의 높이를 손쉽게 측정할 수 있다. 동일목에서의 측정횟수는 9번까지 가능하며, 더 이상은 처음부터 다시 setting시켜 측정하여야 한다.



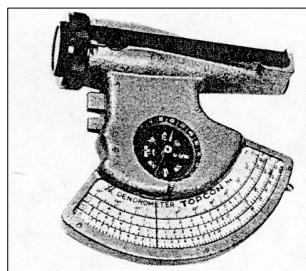
하가



부루메라이스



순또



텐드로메타

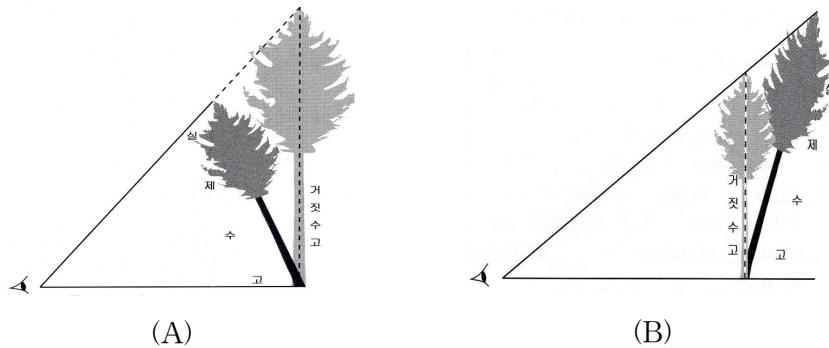


Vertax III

<그림 5-1-3> 수고측정기구

수고를 측정함에 있어 오차를 유발시키는 원인으로는 ① 측정자와 측정 대상물간 수평거리의 측정 오차, ② 바람에 의한 나무의 흔들림, ③ 나무의 구부러짐, ④ 측정

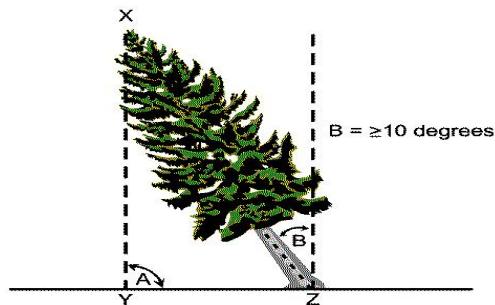
대상물과 측정자간 거리가 너무 가까워 충분한 각도가 나오지 않는 것 등이 오차 발생의 중요 원인이 된다. 오차 발생을 억제시키기 위해서는, ① 측정하고자 하는 나무 끝과 근원부가 잘 보이는 측정 지점을 선정해야 하며, ② 측정위치가 너무 가까우면 오차가 생기므로 나무로부터의 거리는 적어도 나무 높이만큼 떨어지도록 하고, ③ 기울어진 나무를 측정할 때는 과대치나 과소치를 발생할 우려가 있으므로 주의를 요한다. 또한 ④ 정단부를 정확히 확인하기 어려운 활엽수를 측정할 때도 오류를 범하기 쉬우므로 주의하여야 하며, ⑤ 경사진 곳에서는 등고선 방향으로 측정자의 위치를 이동시키는 것이 좋다.



<그림 5-1-4> 나무 기울기에 따른 측정수고 오차

그림 5-1-4(A)는 나무가 측정자 쪽으로 기울어진 나무를 측정할 때 생기는 오차로서 나무의 실제 수고보다 과대치를 가지며, 그림 5-1-4(B)는 측정자 반대방향으로 기울어진 나무를 측정할 때 생기는 오차로 측정 수고는 과소치를 갖는다.

기울어진 나무의 수고는 측정자가 가상하여 똑바로 나무를 세운 후, 측정하는 방법이 있을 수 있고, 다음과 같은 방법으로 계산할 수도 있다.



<그림 5-1-5> 지표면과  $10^\circ$  이상 기울어진 나무

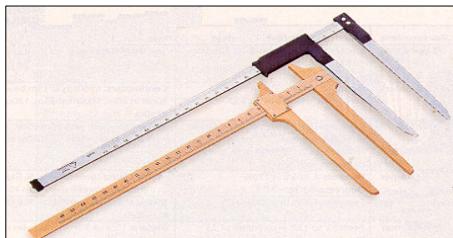
먼저 측정기를 이용하여 지표면과 수직인 초두부까지의 높이(XY)를 측정한 다음 (이때 각 A는  $90^{\circ}$ 이다), 나무의 근원부(Z)에서부터 기울어진 나무의 초두부(Y)가 있는 지점까지의 수평거리를 측정한다. 이 측정치로서 피타고라스 정리를 이용하여 나무의 높이를 계산할 수 있다.

$$\text{즉, 나무의 높이}(m) = \sqrt{(\text{길이 } XY)^2 + (\text{길이 } YZ)^2}$$

XY길이가 12m, 기울어진 거리가 7m라고 한다면, 실제 나무의 높이는 13.9m가 되는 것이다.

### 1.1.1.3. 직경

직경(diameter)은 주로 흉고직경(diameter at breast height, DBH)을 말하며, 우리나라와 일본에서는 보통 사람의 가슴높이인 1.2m에서 측정하는 나무 직경이나, 미국에서는 4.5ft(=1.37m), 그 외 대부분의 나라에선 1.3m에서 측정하고 있다. 직경은 일반적으로 윤척, 직경테이프, 스피겔렐라스코프 등으로 측정이 되며, 최근에는 레이저 측정기구인 Criterion, Ledha 등이 이용되고 있으나 고가(高價)인 점이 문제다.



윤척



직경테이프



스피겔렐라스코프



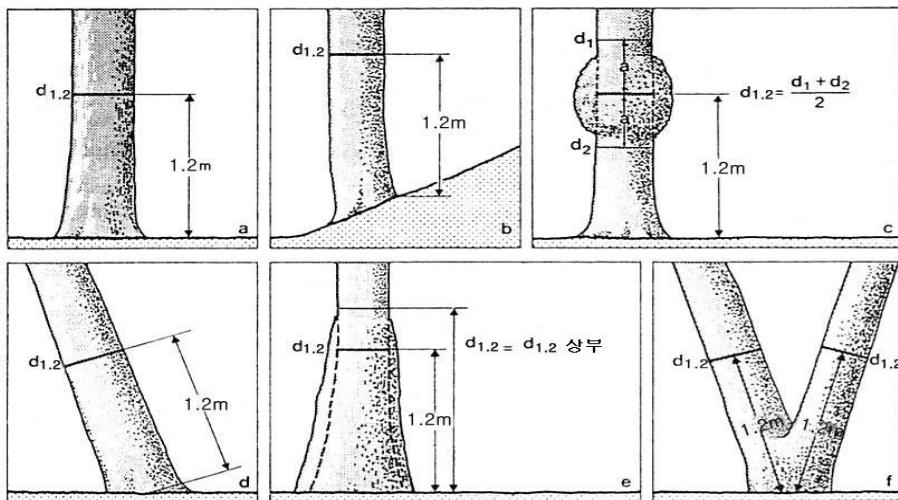
Ledha 측정기

<그림 5-1-6> 직경측정기구

직경을 측정하는 데에는 몇 가지 법칙이 있다. IUFRO의 규정에 의하면, ① 흉고직경의 측정은 평지에서는 임의의 1방향을 측정한다. ② 경사지에서는 경사 위쪽에서 수목이 지면과 접하는 점을 기점으로 하여 가슴높이에서 측정한다. ③ 소위 문어다리의 뿌리구조를 갖는 나무는 뿌리 위쪽을 기점으로 하여 가슴높이에서 측정한다.

직경은 입목재적 산출시 편이를 도모하기 위하여 보통 2cm를 하나의 단위로 둡는 팔약을 사용하는데, 보통 2cm팔약으로 측정한다. 즉 8, 10, 12, 14, 16... 등과 같이 짹수만으로 측정하며, 2cm팔약에서 6cm라 함은 5.1cm~7.0cm, 8cm라 함은 7.1cm~9.0cm를 의미한다. 그러나 학술연구와 같이 정밀을 기하기 위해서는 1cm팔약으로 한다.

측정기구를 이용하여 직경을 측정할 때 주의해야 할 사항은, ① 윤척 다리의 길이는 측정하고자 하는 입목의 반경보다 길어야 한다. ② 윤척의 고정각과 유동각은 항상 평행을 유지하여야 한다. ③ 직경테이프를 사용할 때 수평으로 나무둘레를 돌려 감아야 하며, 수피에 완전히 밀착되도록 압력을 주어서 감은 다음 눈금을 읽는다. ④ 측정점을 일정하게 유지해야 한다. ⑤ 경사진 산지에 생육하는 입목이나, 가지가 흉고 부위에서 갈라진 나무, 비정상적인 수형의 나무는 주의를 요하여 측정한다



<그림 5-1-7> 흉고직경 측정 부위 및 보정방법

우리나라에서는 재적 산출을 위하여 수고와 직경을 주로 이용하나, 다른 임업선진국에서는 흉고단면적을 주로 이용하며, 직경은 흉고단면적을 산출하기 위한 인자로 이용되고 있다.

직경생장은 형성층의 활동으로 이루어진다. 이 형성층의 활동에 의해 안쪽으로는 목재 유조적이, 바깥쪽으로는 속껍질층이 형성된다. 단목의 직경생장은 일정기간동안 초기의 생장으로부터 마지막 생장까지를 의미한다. 연년생장은 너무 적어 직경테이프나 윤척 등으로 측정하기가 다소 곤란하다. 따라서 이를 몇 년간의 총생장을 측정하여 이를 기간으로 나누어 연년생장량을 구하기도 한다. 일부 연구에서는 필요시 며칠 심지어 몇 시간 사이의 생장량을 측정하기도 하는데, 이때는 아주 정밀한 도구 즉, 마이크로 다이얼 측정기, 고정비대생장 측정기(dial dendrometer) 등을 이용한다. 이들 기구는 1/10~1/100mm까지 직경생장을 측정할 수가 있다.

#### 1.1.1.4. 흉고단면적

흉고단면적(basal area, BA)은 임목이나 임분에서 매우 중요한 측정인자이다. 이는 임분밀도로서 표시되며, 산림경영상 간벌이나 수확과 같은 의사결정을 할 때 이용되고, 수확에서의 한계 벌채를 정하는 데에도 이용된다. 일반적으로 흉고단면적이 ha당 10~30m<sup>2</sup>를 갖는 산림이 활력 있고 건전한 산림이라 볼 수 있다. 물론 임상에 따라 달라질 수도 있다.

흉고단면적은 일반적으로 나무 가슴높이에서의 단면적을 말하며, 보통 직경테이프 등으로 측정한 흉고직경으로 산출한다. 또한 줄자로서 측정한 원둘레로서도 산출이 가능하며, 두 경우 모두 나무의 단면적은 원형임을 가정하여 계산된다.

$$BA = \frac{\pi d^2}{4 \times 10,000} = 0.000078539816 d^2$$

(여기에서, BA는 m<sup>2</sup>이며, d는 cm)

재적(m<sup>3</sup>)을 산출하는 데는, 직경(cm)이라는 1차원적인 개념보다 흉고단면적(m<sup>2</sup>)이라는 2차원적 개념이 더 정확한 정보를 줄 수 있으며, 임분에서 모든 흉고단면적의 합이 바로 임분의 축적을 계산할 수 있는 유용한 인자가 된다. 또한 동일 수종이 식재된 경우 재적은 흉고단면적과 밀접한 관계를 형성한다.

단면적의 생장은 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$I_g = \frac{\pi}{4} \times (d_2^2 - d_1^2)$$

(여기에서, Ig ; 흉고단면적 생장, d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub> ; 첫 번째 해, 두 번째 해 직경)

따라서 단면적의 생장은 직경의 차이로서도 발생하지만, 전체 직경의 크기에 따라 일어난다. 그러므로 단면적의 생장은 직경생장과는 약간 다른 생장패턴을 보여준

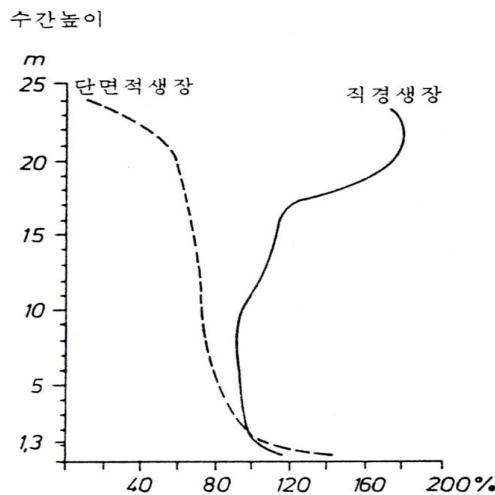
다. 수령이 높고 직경이 큰 나무는 직경생장이 낮더라도 양호한 단면적 생장을 할 수 있다. Week(1955)에 의하면 특정지역의 소나무 직경생장이 일정할 경우 단면적 생장은 직경이 클수록 크게 증가한다고 보고하였다.

<표 5-1-1> 일정한 직경생장에서의 직경크기별 단면적 생장

직경(cm)	10	20	30	40	50	60
직경생장(mm)	2	2	2	2	2	2
단면적생장( $\text{cm}^2$ )	3	6	10	12	19	25

(자료: 산림생장학(번역), 변우혁 등, 1996)

따라서 동일 나무에서는 특이사항이 없는 한 수간상부로 갈수록 직경생장은 증가 하지만, 단면적생장은 감소한다(변우혁 등, 1996).



<그림 5-1-8> 소나무 수간부위별 상대단면적 생장 및 직경생장

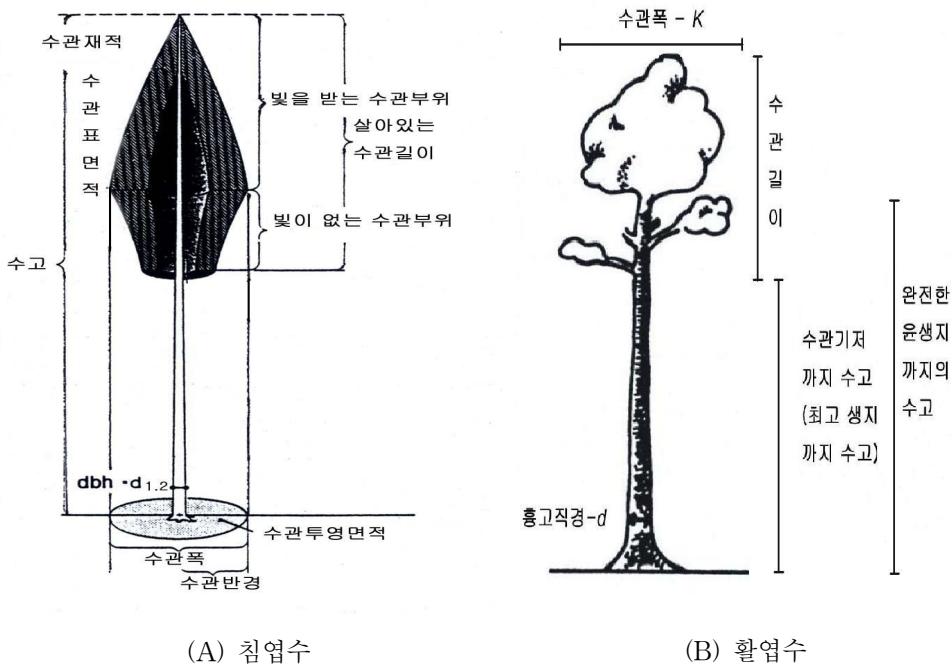
단면적생장의 정점 시기는 일괄적으로 말할 수는 없지만, 입지가 좋고 넓은 간격으로 식재된 곳이 그러지 못한 곳보다 단면적생장이 일찍 정점에 도달한다고 볼 수 있다. 또 음수보다는 양수가 더 빨리 도달하며, 강도의 간벌을 지속적으로 실시한 곳

이 오랫동안 높은 단면적생장을 유지한다고 알려져 있다.

### 1.1.1.5. 수관

수관(tree crown)은 나무의 생존을 위한 에너지 제공과 광합성 물질의 흡수 등의 역할을 하며, 이러한 생산력뿐만 아니라 풍해, 설해 등에 대한 안정성을 위해서도 중요한 기관이다. 수관은 공간배치, 간벌 및 시업 등에 따른 생장을 예측하는데 유용한 생장인자이며, 또한 토양수분 유효성에 의한 생장과도 관련된다. 이 인자는 종종 수관과 기타 임목 특성치로서 추정될 수 있는 임목생장 모델링을 위하여 필요한 도구이다.

그림 5-1-9는 침엽수와 활엽수의 일반적인 수관구조와 수관 파라메터의 계산 등에 대하여 설명한 그림이다.

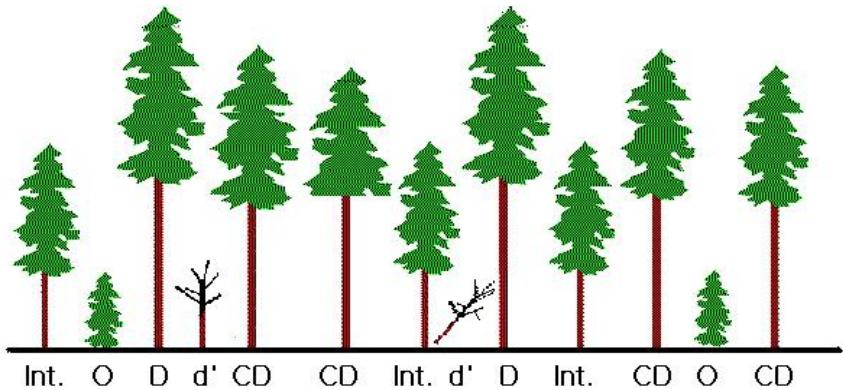


<그림 5-1-9> 임상별 수관의 형태 및 크기

수관의 수직 투영면적을 측정하는 일은 흉고에서의 흉고단면적 추정과 관계되는 아주 복잡한 문제이며, 수관 외형은 거의 대부분이 이웃한 나무와의 경쟁 등으로 불규칙적이기에 좀더 복잡한 양상을 가진다. 특히 멕시칸삼나무와 자작나무류 및 대부

분 유카리나무 등의 수관은 서로간의 강력한 적대감을 갖는 수종들로 알려져 있다. 민감한 반응과 심지어 서로간의 위해를 일으키는 일은 대부분 바람이 불 때 이웃한 나무들끼리 발생한다.

임분 구조적인 측면에서 수관의 구성은 내부적으로 다소 복잡한 형태를 갖는데, 간략히 언급하고자 한다. 임분 수관은 상층과 하층으로 크게 대별되며, 이를 다시 세 분하면 일반적으로 그림 5-1-10과 같이 5등급의 수관급으로 구분할 수 있으며 우리나라에서는 우세목, 준우세목,... 등으로 지칭한다. 각 등급의 임목을 판정하는 기준은 다음과 같다.



<그림 5-1-10> 산림 내 수관구성의 일반적인 형태

#### ◆ 상층임관을 구성하는 수목

- 우세목(dominant tree, D): 수관의 발달이 이웃 나무 때문에 방해된 적이 없으며, 또 확장되거나 기울여지지 않고 수관 및 수간형태에 이상이 없는 것
- 준우세목(co-dominant tree, CD): 수관이 이웃 나무에 의하여 방해되거나 또 줄기생장이 기울며 형태가 불량한 나무로서, 이것은 다시 다음과 같이 5가지로 구분한다.
  - 수관 발달이 지나치게 왕성하거나 위치가 매우 위로 뛰어난 것(暴木, wolf tree)
  - 수관 발달이 과약(過弱)하고 줄기가 매우 가는 것.
  - 나무 사이에 끼여 수관이 압박을 받아 기울게 생장한 것.

- 줄기가 굽거나 갈라진 것.
- 피해를 받은 나무 또는 병에 걸린 나무.
- ◆ 하층임관을 구성하는 수목
- 개재목(intermediate tree, Int.): 수관(樹冠)과 수간형(樹幹型)은 정상이지만 생장이 다소 늦어진 것을 말하는데, 이웃 나무가 제거되면 상층목으로 발달할 수 있는 소질이 있는 것
- 피압목(overtopped tree, O): 아직 살아있지만 피압을 받아 장차 양질의 나무로 발달할 여지가 없는 것
- 고사목(dead tree, d'): 넘어진 나무나 죽게 된 나무

#### 1.1.1.6. 수피

수피는 종종 이용 가능한 자원임에도 불구하고 목재 이용 전에 제거되는 것이 일반적이다. 수피는 전기 또는 열을 발생하는데 충분히 이용할 수가 있으나, 목재 생산의 생산품으로 인식되는 경우는 거의 없고, 다만, 원예적인 매개체나 식물 영양분으로 상대적 풍부성이 뛰어나므로 이용되고 있다.

수피의 두께와 임목 또는 원목의 총 재적에서 수피가 차지하는 비율이 얼마나 되는지를 측정하는 것은 중요한 일이다. 목재의 순 재적은 필요시 수피의 재적으로부터 유도해 낼 수 있을 것이다. 그리고 수피의 두께는 다음 인자의 영향으로 아주 다양하게 나타난다.

- 수종
- 수령
- 유전자형
- 생장율
- 임목이 위치한 곳

수피두께는 빈번하게 수피계수(bark factor, K)로 전환이 된다. Meyer (1942)는 어떤 주어진 임분에서 흉고직경과 수피두께간의 관계에서 오는 수피를 포함하는 직경과 수피를 갖지 않는 직경간에 선형관계가 있다고 가정하고, 수피계수 K를 정의하였다.

$$K = \text{수피 없는 직경} / \text{수피를 갖는 직경}$$



<그림 5-1-11> 수피두께측정기

수피두께의 측정은 그림 5-1-11에서 보는 바와 같이 수피두께측정기 (swedish bark gauge)로서 측정하는데, 이 기구의 사용은 수피두께를 측정하고자 하는 수간쪽으로 밀면 목질부 가장자리까지 기구가 삽입되며, 이때의 기구 눈금을 읽으면 한쪽 방향의 수피두께가 된다.

이를 2배한 것이 측정목의 수피두께가 되는 것이다. 임목이나 원목에 대한 수피율(bark percentage)계산은 다음의 공식에 의하여, 주로 재적으로 나타낸다.

$$\text{수피율} = \frac{(V_{ob} - V_{ub})}{V_{ob}} \times 100$$

(여기에서,  $V_{ob}$  ; 수피를 갖는 재적,  $V_{ub}$  ; 수피 없는 재적)

산림과학원에서의 연구 결과인 수피재적 및 수피율은 다음과 같다.

<표 5-1-2> 수종별 수피재적

(단위:  $m^3$ )

수간재적	수피재적						
	잣나무	낙엽송	강원지방 소나무	중부지방 소나무	리기다 소나무	상수리 나무	신갈나무
0.01	0.004	0.003	0.004	0.096	0.003	0.008	0.004
0.05	0.007	0.007	0.007	0.096	0.007	0.015	0.012
0.10	0.011	0.013	0.012	0.096	0.013	0.024	0.021
0.15	0.014	0.018	0.016	0.096	0.018	0.033	0.030
0.20	0.018	0.023	0.020	0.096	0.023	0.042	0.039
0.25	0.022	0.028	0.025	0.095	0.028	0.050	0.048
0.30	0.025	0.034	0.029	0.095	0.034	0.059	0.056
0.35	0.029	0.039	0.033	0.094	0.039	0.067	0.064
0.40	0.032	0.044	0.037	0.093	0.044	0.075	0.072
0.45	0.036	0.049	0.041	0.093	0.049	0.083	0.080
0.50	0.039	0.054	0.045	0.092	0.054	0.091	0.087
0.55	0.043	0.059	0.049	0.091	0.059	0.098	0.095
0.60	0.046	0.064	0.053	0.090	0.064	0.106	0.102
0.65	0.049	0.069	0.057	0.089	0.069	0.113	0.109
0.70	0.052	0.074	0.061	0.088	0.074	0.120	0.115
0.75	0.056	0.078	0.064	0.087	0.078	0.127	0.121
0.80	0.059	0.083	0.068	0.085	0.083	0.134	0.128
0.85	0.062	0.088	0.071	0.084	0.088	0.141	0.134
0.90	0.065	0.093	0.075	0.083	0.093	0.147	0.139
0.95	0.068	0.097	0.078	0.081	0.097	0.154	0.145
1.00	0.071	0.102	0.082	0.079	0.102	0.160	0.150

자료: 국립산림과학원(2000)

<표 5-1-3> 수종별 수피율

수종 흉고 직경	잣나무 (%)	낙엽송 (%)	강원지방 소나무 (%)	중부지방 소나무 (%)	리기다 소나무 (%)	상수리 나무 (%)	신갈나무 (%)
6cm	21.0	16.3	16.5	21.2	28.4	36.4	24.8
8	16.5	14.4	15.0	18.3	25.5	31.4	23.7
10	13.8	13.6	13.6	16.3	23.6	28.5	22.8
12	12.0	13.1	12.7	14.9	22.3	26.3	21.4
14	10.8	12.5	12.0	13.6	21.2	24.7	21.5
16	10.0	11.4	11.4	12.7	20.4	23.3	20.9
18	9.4	11.8	10.9	12.0	19.7	21.4	20.4
20	8.9	11.5	10.5	11.3	19.2	21.2	19.9
22	8.5	11.2	10.1	10.8	18.7	20.4	19.4
24	8.2	11.0	9.8	10.3	18.2	19.6	18.9
26	8.0	10.8	9.5	9.9	17.8	19.0	18.4
27	7.9	10.7	9.4	9.7	17.6	18.7	18.2
30	7.6	10.5	9.0	9.1	17.1	17.9	17.6
32	7.5	10.4	8.8	8.8	16.9	17.5	17.2
34	7.3	10.2	8.6	8.5	16.6	17.0	16.8
36	7.2	10.1	8.4	8.3	16.4	16.7	16.4
38	7.1	10.0	8.2	8.0	16.1	16.3	16.0
40	7.0	9.9	8.0	7.8	15.9	16.0	15.6

자료: 국립산림과학원(2000)

#### 1.1.1.7. 수간

임목의 직경은 근주부부터 초두부로 이동함에 따라 감소하며, 수간은 불규칙적인 완만한 감소선(taper)을 형성한다. 이러한 선은 수종에 따라 수간부위별로 각기 다른 감소율을 가지며, 이에 따라 수간형도 달라진다. 수간형을 이해함으로서 다음의 정보를 획득할 수 있다.

- 수간재적과 바이오매스의 추정
- 목재생산량과 현존량 추정
- 임목의 생장조건과 경쟁의 이해

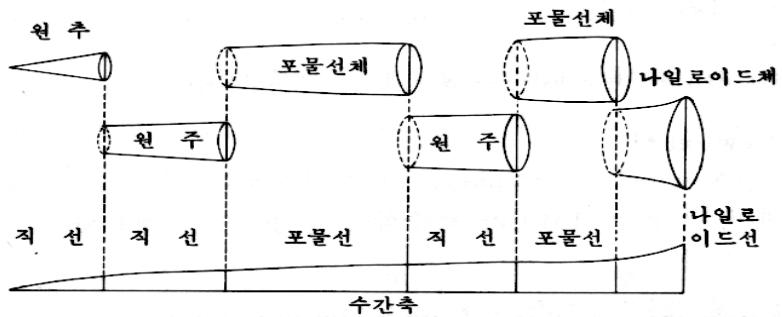
임목수간의 형상은 복잡하나, 기하학적인 몇 가지 형태로 개략적인 수간형의 모양을 그릴 수 있다. 그러나 여기서 고려해야 할 점은 수간형이 불규칙적이라는 점과

많은 굴곡을 갖는다는 점이다. 특히 수종에 따라서 천차만별이며, 지형에 따라서도 변한다. 또 수간형과 수관간의 관계도 상당히 복잡한 상호관련을 한다. 따라서 수관에 영향하는 인자들은 또한 수간형에도 영향을 한다. 이러한 모든 인자들을 고려하여 수간형을 결정하는 방법이 지속적으로 구명되고 있다.

다음은 수간형에 대한 몇 가지 기하학적 형태의 설명과 형상을 나타내는 지수와 수간곡선식의 도입에 대하여 말하고자 한다.

### 가. 수간형의 기하학적 형태

임목의 수간형태는 크게 포물선형(paraboloid), 원추형(conoid) 및 나이로이드형(neiloid) 3가지로 나뉜다. 이들에 대한 일반적인 식의 형태는  $y = kx^r$ 로서, k는 간곡선율(rate of taper), r은 회전체의 형태(shape of the solid), y는 반경 또는 직경, x는 정점 또는 마지막으로부터의 거리를 나타낸다. 수간의 각 부분은 이들 3부분이 결합되어 형성된다. 임목의 근주부는 나이로이드형이며 초두부로 갈수록 원추형을 가지게 되는데, 이를 제외한 임목의 대부분은 포물선형이 차지하게 된다. 포물선형은 다시 2차와 3차 포물선형으로 나누게 되며, Metzger의하면 임목은 3차 포물선형과 비슷하다고 주장한 바 있다. 수간의 형상을 그림으로 도식화하여 보면 다음과 같다.

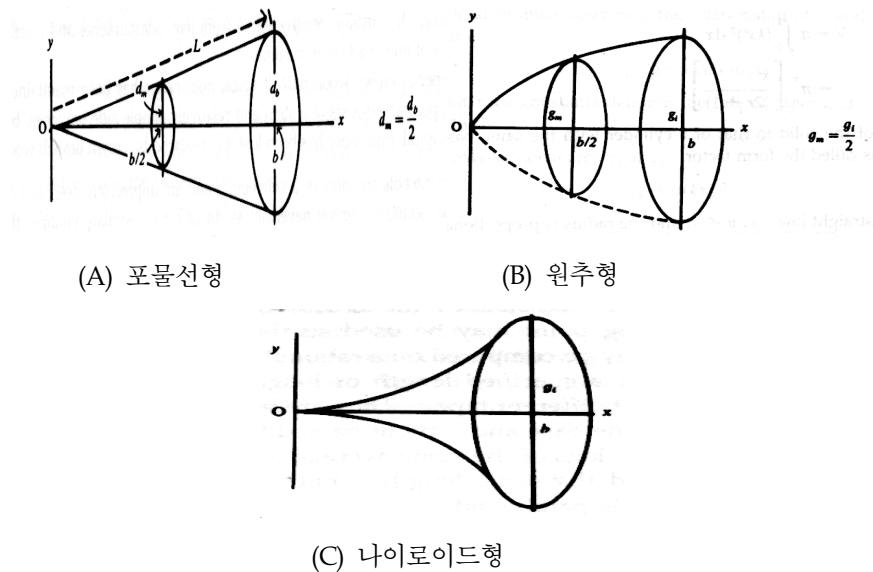


<그림 5-1-12> 수간의 부위별 형상

### 나. 형수(form factor)

형수란 전체 수간형태를 한마디로 요약해 놓은 것이라 할 수 있다. 수간의 재직은 직경과 수고가 같은 표준적인 기하학적 회전체의 재직과 비교된다. 일반적인 형수는 흉고형수(breast height form factor)를 의미한다. 이 흉고형수에 대한 표준적인 기하학적 형태는 흉고단면적과 수고가 동일한 원주라 생각하면 된다. 결국 수간재직과

원주재적과의 비가 형수인 셈이다. 이들 형수가 구해지는 방법을 간단히 설명하면 다음과 같다.



<그림 5-1-13> 수간의 부위별 기하학적 형상

형상별로 회전을 시킨 것이 바로 임목의 재적이 되는데, 회전을 시킨다는 것은 임목의 근주부에서 초두부까지를 적분을 한다는 의미이다. 그림 5-1-13(A)에서 2차 포물선형의 재적은 다음의 식으로 구하게 된다.

$$\begin{aligned}
 V_b &= \pi \int_0^b (kx^r)^2 dx = \pi \left[ \frac{1}{(2r+1)} (k^2 x^{(2r+1)}) \right]_0^b = \pi \left[ \left( \frac{1}{2} k^2 x^2 \right) \right] \\
 &= \frac{1}{2} (\pi k^2 b^2) = \frac{1}{2} (\text{단면적})(\text{수고}),
 \end{aligned}$$

따라서 형수는 0.5가 된다. 이와 같은 방법으로 형수를 구한 결과, 표 5-1-4와 같다.

<표 5-1-4> 수간형상별 형수 및 회전체 형태지수(r)

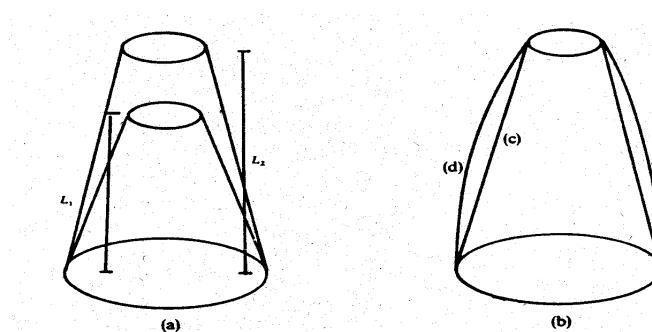
수간형상	형 수	회전체 형수지수
원주형	1	0
3차 포물선형	3/5	1/3
2차 포물선형	1/2	1/2
원추형	1/3	1
나이로이드형	1/4	3/2

## 다. 수간곡선식

### (1) 수간곡선식 개발 배경

입목이나 원목의 형상을 간단 명료하게 표현할 수 있는 방법은 그것의 모양을 그려보는 일이다. 이들의 모양은 회전입방체(solid of revolution)와 같이 정형적인 것이 일부 있으나, 대부분은 비정형적인 모양새를 갖는다. 수간의 형상은 입목이나 원목에 있어 동일한 흉고단면적과 높이를 갖는 가상원주체의 체적에 대한 실제 체적비를 일컫는 형수로서 측정할 수 있다.

간형(taper)이란 특정 길이 또는 높이별 직경의 변화율이라 볼 수 있다. 간형에는 몇 가지가 있을 수 있다 (그림 5-1-14).



<그림 5-1-14> 원목의 형상과 간형

그림 5-1-14(a)는 동일한 형상을 갖지만 간형이 다른 원목으로, 기부와 초두부에서 동일한 단면적이지만 다른 길이를 갖는다( $L_1, L_2$ ). 그림 5-1-14(b)는 동일한 단면적과 길이를 갖는 평균적으로는 간형이 같다고 볼 수 있으나, 다른 형태를 보이고

있다; (c)는 원추형인데 비하여, (d)는 포물선형을 갖고 있다.

형상의 비정형성은 임목의 형수뿐만 아니라 재적을 산출함에 있어 복잡한 문제를 야기 시키므로 정확한 예측이 어려워질 수밖에 없다. 일반적으로 비정형성의 원인으로는 다음을 들 수 있다.

- ① 줄기 마디에서의 갑작스러운 직경변화
  - ② 형성층의 피해에 의한 수간의 기형 생장점
  - ③ 심재부후에 의한 직경의 변화
  - ④ 가지의 교차에 의한 일정부위 수간의 직경증감
  - ⑤ 기타 근원경 확장, 베텁목, 수간의 세로 갈라짐(야생조수 등의 피해) 등의 영향
- 따라서 이러한 변형이 예상되는 수간형을 정확하게 표현하기 위하여, 통계적 기법을 이용한 최초의 수식을 개발한 Höjer(1903)이후 많은 학자들이 100여년 동안 연구를 거듭하였으며 오늘에 이르고 있다.

## (2) 수간곡선식의 미래

수간곡선식은 수간의 일정부위에 대한 직경을 예측하기 위하여 개발되어 졌으며, 이를 수간형상모델이라고도 일컫는다. 이들 예측은 단면고별 직경과 전체 수고 등의 단순한 입력변수에 근거한다. 식의 구축은 오래전부터 계속되어 왔으며, 다양한 접근법이 개발되어져 왔다. 그렇지만 임목크기, 생태·지리학적 위치, 유전적 특성, 수종 등에 따라 최적식이 달라지므로 어떤 특정식을 정도면에서 최고라고 할 수는 없을 것이다.

한편 다양한 수간곡선식 개발을 위한 접근은 다음의 사실을 펼쳐 주지할 필요가 있다.

- 예측에 있어 전체적으로는 낮은 편의임에도 불구하고, 일부 커다란 편의가 일어나는 부위(근주부)가 있다는 사실
- 각 수종들의 수간형태에 있어 서로간의 차이점이 있다는 사실을 알아야 하는데, 이를 간과한다는 사실

임목에 있어 수간형이란 조형물처럼 틀에 맞춰진 것이 아니며, 계속적으로 생장하는 생물이기에 현재 가장 최적의 형태를 설명하였다 하더라도, 시간이 지남에 따라 다르게 설명해야 할지도 모른다. 이러한 관점에서 형수나 형태지수 등은 정량화된 임목에 대한 설명인자이므로 개괄적인 분석에 이용하여야 할 것이며, 정밀·정확한 수간형의 이해를 위하여선 앞서 밝힌 국부적인 편의를 충분히 고려하는 수간곡선식의 개발 그리고 수간형상에 다양하게 존재하는 변곡점의 파악과 식의 변수 및 차수의 결정 등이 정도를 제고하는데 큰 역할을 할 것이라 생각된다. 우리 과학원에서 수행하는 간곡선을 이용하는 재적표 조제에 있어서도, 직경 및 재적 등을 추정함에 있어 최대한 편의를 줄이는 방안의 강구와 지속적인 분석방법 등의 개발이 요구된다.

### 1.1.1.8. 바이오매스

바이오매스(biomass)란 어떤 지역 내에 생활하는 임목의 현존량(standing crop), 생체량 또는 생물량이며, 이는 85~105°C dry oven에서 건조하여 항량(恒量)에 도달한 중량인 전중량으로 표시한다.

과거 임목은 목재생산(재적, volume, m<sup>3</sup>)을 위한 이용가치로 주로 인식되고 연구되었으나, 20세기 후반부터 임목의 전체이용을 위한 biomass 연구가 활성화됨에 따라

중량(weight, kg)의 개념이 도입되기에 이르렀다. 결국 임목은 총량적 이용개념으로 사회인식이 전환되게 되었다 (재적 ↔ 중량). 또한 1960년대 목재무역 및 산업에 있어 펠프와 목재판넬 등의 많은 거래가 있었는데, 이를 거래를 위하여 중량으로의 거래단위가 필요하게 되었다. 그리고 산림생태계 생물적 생산성에 대한 과학자들 (scientific fundamentalists)의 지속적인 관심 표현, Oil shock로 인한 나무(목재)의 개신 가능한 유용성에 대한 인식의 향상, 온실가스 저감을 위한 산림의 평가단위로서의 Biomass 정보 요구 등에 힘입어 바이오매스 연구가 가속화 되기 시작하였다.

### 가. 임목의 biomass 평가

#### (1) 임목의 전건비중

전건비중(또는 목재기본밀도, anhydrous density or basic wood density)은 건중량에 대한 재적의 비로서 나타내며(g/cm<sup>3</sup>), 이로서 재적을 중량으로 전환시킬 수 있다(재적 X 비중 = 중량). 그리고 전건비중은 임목에서의 시료부위, 연기후변화(춘재와 추재비) 및 입지(고도의 효과) 등에 따라 다양하며, 각국에서의 전건비중 범위는 0.04(Balsa) ~ 1.4(특별한 열대림내 활엽수)까지 이른다고 알려져 있다. 비중이라는 용어는 유럽에서는 無水밀도(anhydrous density), 미국 등 영어권에서는 목재비중 (specific gravity), 기본비중(basic density), 목재기본밀도(basic wood density) 등으로 표시된다. 다음 표는 비중에 대한 유럽과 우리나라간의 자료 비교이다.

<표 5-1-5> 유럽과 한국과의 비중 자료 비교

수 종	Bürger(스위스)		Kollmann (중앙유럽)		수 종	한 국*
	평균비중	변이범위	평균비중	변이범위		
Oak	0.66	0.55-0.73	0.65	0.39-0.93	참나무	0.80
Scots pine	0.46	0.38-0.56	0.49	0.30-0.86	강원소나무	0.39/(0.30-0.51)
Weymouth pine	0.36	0.34-0.41	0.37	0.31-0.46	중부소나무	0.37/(0.27-0.60)
European larch	0.53	0.43-0.66	0.55	0.40-0.82	낙엽송	0.40/(0.31-0.48)
Silver fir	0.41	0.32-0.64	0.41	0.32-0.71	잣나무	0.37/(0.29-0.52)
Douglas fir	0.48	0.42-0.53	0.47	0.32-0.73		
Norway spruce	0.39-0.45	0.28-0.62	0.43	0.30-0.64		
Birch	-	-	0.61	0.46-0.80		
Beech	0.69	0.65-0.73	0.68	0.49-0.88		
Hornbeam	-	-	0.79	0.50-0.82		

자료: 국립산림과학원

## (2) 임목의 생 · 건중량 측정

바이오매스를 측정하기 위하여 표준지 표본목 선정과 처리 공정에 대하여 바이오 매스 연구 선진국인 캐나다와 우리나라 간 비교를 하면 다음과 같다.

<표 5-1-6> 캐나다와 우리나라간 표준지의 표본목 선정 비교

국가	영 급	지위급 <sup>*1</sup>	임분수	임분당 각 직경별 표본목 수						전 체
				I	II	III	IV	V	VI	
캐나다	0-20	U	2	1	2					6
	0-20	L	2	1	1					4
	21-40	U	1	2	1	1	1			5
	21-40	L	1	2	1	1				4
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	81+	U	1		1	1	1	2		5
	81+	L	1		1	1	1	1		4
전체				8	10	10	9	8	8	53
한국	영급별 구분 <sup>*2</sup>	상,중,하	지역별	Plot내 경급별 표본목 선정 (약 10본)						

자료: Newfoundland Forest Research Centre

주) \*1 U : 州 산림조사시 우수한 임지로 판정된 곳

L : 州 산림조사시 보통이하 임지로 판정된 곳

\*2 주로 장령림 이하의 임분에서 표본목 선정(펄프, 파티클보드 등 용도)

### ◆ 표본목 처리공정 (캐나다 방법, \*국내 방법)

① 흉고직경 9cm(6cm\*) 이상인 임목의 主줄기 측정과 기록할 항목

- 지상부부터 초두부까지의 전체 수고
- 지상부부터 줄기의 수피포함직경이 9cm(6cm\*)되는 지점까지의 길이
- 흉고에서의 수피포함직경
- 主줄기는 지상부로부터 2m간격으로 별목
- 그루터기는 가능한 지상부에 가깝게 자르되 실제 0.3m(0.2m\*)되는 부위에서 자르고, 여기에서 수령을 조사하여 전체 수령을 추정
- 그루터기 등 각 부분별 bole에 대한 생중량 측정
- 원판은 2m간격으로 3~4cm두께로 그루터기 위부터 시작하여 초두부까지 채취
- 시료의 건조 및 측정 : 85~105°C dry oven에서 항량이 될 때까지 건조 후 건중

## 량 측정

### ② 흉고직경 1~5cm까지의 임목

- 전체수고 및 흉고직경 측정
- 3~4cm두께의 원판을 흉고부위에서 채취
- 흉고직경이 1~2cm인 임목은 전체를 시료로 사용

### ③ 흉고직경 9cm(6cm\*) 이상인 임목의 가지 시료채취 및 측정

- 떨어진 나뭇가지와 덤불을 깨끗이 제거한 후 표본목을 0.3m(0.2m\*)에서 벌목
- 지상부로부터 수관기부까지 수고 측정 및 기록
- 가지의 제거와 측정

#### <침엽수 가지의 분류>

- 죽은 가지
- 기부직경이 3cm이상 되는 살아있는 가지
- 기부직경이 3cm이하 되는 살아있는 가지

(\* 국내에서는 살아있는 가지와 죽은 가지 2그룹으로 구분)

- 각 부분의 생중량을 측정 및 기록

#### <침엽수 가지의 측정>

- 임의적으로 가지 3그룹에서 2개씩의 가지를 선정하거나,
- 그룹을 구분 않고 최소 4개 가지를 선정하여 실험실로 이동 (\*국내 이용방법)
- 건조 후 측정

#### <활엽수 가지의 분류>

살아있는 가지는 모두 2m길이로 절단하여 중앙직경을 기준으로 3그룹으로 구분

- 모든 잎을 포함하는 가지직경 3cm이하
- 직경 3~9cm 가지
- 직경 9cm이상 가지
- 모든 죽은 가지는 별도의 제4그룹으로 구분 (\* 국내에서 구분은 침엽수와 동일)

#### <활엽수 가지의 측정>

- 4개 그룹에 대한 생중량을 기록 및 측정
- 임의로 직경 3cm이하에 있는 그룹으로부터 잎이 있는 가지 4개를 선정
- 살아있는 가지 2그룹과 죽은 가지그룹으로부터 3개의 disc 채취
- 채취된 가지를 실험실로 이동

### ④ 잎 시료 채취 및 측정

- 소지와 일은 동일하게 취급
- 상록수(주로 침엽수)와 낙엽수(주로 활엽수)의 시료채취 시기 조절
- 대부분의 경우 표본추출방법은 무작위 추출로서 중간가지에서의 표본추출

#### ⑤ 뿌리 및 그루터기 시료 채취 및 추정

- 뿌리에 대한 자료 수집은 ‘악몽(nightmare)’ (Keays, 1971)

- 뿌리 biomass 추정을 위한 방법 개발

- 뿌리 일부로서 식에 의한 추정

- $d^2h$  회귀값을 이용한 뿌리 biomass 추정

- 지상 목질부에 대한 비로써 추정

- 수관크기와 뿌리간의 관계는 아직 구명된바 없음

- 뿌리의 분류 ; 2mm & 2cm

#### ◆ 표본목 biomass 추정식 적용

- ① 시료의 건조 및 측정  $\Rightarrow$  자료의 수집 및 기각  $\Rightarrow$  추정식 적용으로 조사하지 않고 biomass를 추정할 수 있는 정보 제공
- ② 일반적으로 이용되는 추정식과 비교

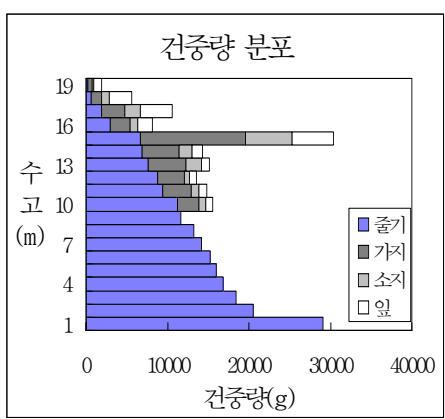
<표 5-1-7> 바이오매스 추정식 이용상 특징

Model	이 용 특 징
$W=a+bD^2$	작은 나무들에 대한 자료가 부족할 때 유용
$W=a+bD+cD^2$	포물선 형태로 흉고직경에 관한 자료만을 얻을 수 있을 때 유용 자료범위 밖, 특히 하한치보다 작은 범위에서의 추정에 오류발생
$W=bD+cD^2$	포물선 형태로 흉고직경에 관한 자료만을 얻을 수 있을 때 유용 작은 나무들에 대한 자료가 부족할 때 유용
$W=a+bD^2H$	수고자료 이용으로 정확도 증가
$W=bD^2H$	수고자료 이용으로 정확도 증가, 특히 선호되는 식

#### ◆ 전체 임목 biomass 구성요소 비교

- 임목의 전체 biomass에 대한 줄기, 가지, 잎 및 뿌리의 비율은 수종, 수령, 지위, 시업 등에 의존
- 줄기는 수령이 약 50년에 이를 때 전체 임목 biomass의 2/3에 달함

- 가지에 의해 표현되는 비율은 첫 10년 동안 증가하며(점유율 12%), 그 후 일정 상태 유지
- 뿌리 1년생의 비율은 전체 biomass의 74%를 차지, 그후 감소하여 50년생 정도 가 되면 21%이하
- 잎은 같은 기간 내에 있어 13%에서 0.3%까지도 점유비 감소



<그림 5-1-15> 경기도 광릉지역  
47년생 잣나무림 건중량 분포

- 55년생 잣나무 인공림(이경재, 1986)
  - 줄기 ; 63%
  - 가지 ; 18%
  - 잎 ; 5%
  - 뿌리 ; 13%
- 광릉 47년생 잣나무 인공림  
(임업연구원, 1998)
  - 줄기 ; 74%
  - 가지 ; 14%
  - 잎 ; 12%

#### 나. 임분의 biomass 평가

##### (1) 평가 방법

- 평균목 방법(mean tree method)
  - 임분에 대한 “평균목” 선정
  - 동령림일 때 평균목은 평균하고단면적을 갖는 임목을 선정
  - 임분내 평균목은 대개 5~10본정도 벌채하며, 벌도목은 biomass를 측정, 그리고 평균목에 대한 줄기, 가지 등의 평균 biomass값을 결정
  - 전체 biomass = 임분의 총본수 X 평균목의 자료
- ※ 국내 biomass 평가식 개발에 대부분 이방법 적용
- 수확 방법(harvest method)
  - 제벌에 의한 임분의 biomass추정
  - 임분의 면적/전체 표본면적비를 이용한 전체 biomass의 계산

- 적용가능한 회귀식 이용
- 다단추출법(multi-stage sampling) ; 수확방법의 진보된 방법

### (2) Biomass 추정에 있어 오차

- 조사구 표본추출에 의한 표본오차
  - 전체 산림에서 조사구를 표본 추출하여 조사구내 임목에 대해 흉고직경(과 수고)을 측정한 후 여기에 바이오매스 추정식을 적용하여 단위 면적당 중량을 추정할 때 발생하는 오차로 실제로 산림 바이오매스 조사 시 발생 가능한 오차
- 표본목 표본추출에 의한 표본오차
  - 전체 산림에서 표본목을 추출하여 단목 바이오매스 추정식을 개발할 때 발생하는 오차로 단목 바이오매스 추정식 개발시 발생

### (3) Biomass table 제작

- 캐나다, 미국, 노르웨이 등의 임목 생중량, 건중량표 제작(흉고직경과 수고 변수)
- 대부분 지역적인 biomass table을 구축
- 산림과학원에서는 1998~2001년까지 8개 수종 중량표 조제 완료
  - 잣나무 등 8수종 수피포함 수간생중량, 수피포함 수간건중량, 수피포함 이용생중량, 수피포함 이용건중량 등
  - 예시(잣나무 생중량 및 건중량 표)

<표 5-1-8> 잣나무의 생중량표

(단위 : 수고 m, 흉고직경 cm, 중량 kg)

DO*	흉 고 직 경**											
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
DO*	3.9	16.2	33.9	57.1	85.8	120.0	159.7	204.8	255.4	311.5	373.1	440.1
6	7.6	13.6	21.2	30.5	41.5	54.2	68.6	84.7	102.5	122.0	143.1	166.0
7	8.9	15.8	24.7	35.6	48.4	63.2	80.0	98.8	119.6	142.3	167.0	193.7
8	10.2	18.1	28.2	40.7	55.3	72.3	91.5	112.9	136.6	162.6	190.9	221.3
9	11.4	20.3	31.8	45.7	62.3	81.3	102.9	127.0	153.7	182.9	214.7	249.0
10	12.7	22.6	35.3	50.8	69.2	90.3	114.3	141.2	170.8	203.3	238.6	276.7
수 11	14.0	24.8	38.8	55.9	76.1	99.4	125.8	155.3	187.9	223.6	262.4	304.3
12	15.2	27.1	42.3	61.0	83.0	108.4	137.2	169.4	205.0	243.9	286.3	332.0
교 13	16.5	29.4	45.9	66.1	89.9	117.4	148.6	183.5	224.1	264.3	310.1	359.7
14	17.8	31.6	49.4	71.1	96.8	126.5	160.1	197.6	239.1	284.6	334.0	387.4
15	19.1	33.9	52.9	76.2	103.8	135.5	171.5	211.7	256.2	304.9	357.9	415.0
16	20.3	36.1	56.5	81.3	110.7	144.6	182.9	225.9	273.3	325.2	381.7	442.7
17	21.6	38.4	60.0	86.4	117.6	153.6	194.4	240.0	290.4	345.6	405.6	470.4
18	22.9	40.7	63.5	91.5	124.5	162.6	205.8	254.1	307.5	365.9	429.4	498.0
19	24.1	42.9	67.1	96.6	131.4	171.7	217.3	268.2	324.5	386.2	453.3	525.7
20	25.4	45.2	70.6	101.6	138.3	180.7	228.7	282.3	341.6	406.6	477.1	553.4

\* DBH만을 이용하여 계산한 결과

\*\*  $W = -3.4565D + 0.6848D^2$ ,  $W = 0.0353D^2H$  식 이용

&lt;표 5-1-9&gt; 잣나무의 건중량표

(단위 : 수고 m, 흉고직경 cm, 중량 kg)

	흉 고 직 경*												
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	
DO	0.5	4.5	1나.	22.3	35.1	50.4	68.4	88.9	112.0	137.7	166.0	196.9	
6	3.3	5.8	9.1	13.1	17.9	23.3	29.6	36.5	44.1	52.5	61.7	71.5	
7	3.8	6.8	10.6	15.3	20.9	27.2	34.5	42.6	51.5	61.3	71.9	83.4	
8	4.4	7.8	12.2	17.5	23.8	31.1	39.4	48.6	58.9	70.0	82.2	95.3	
9	4.9	8.8	13.7	19.7	26.8	35.0	44.3	54.7	66.2	78.8	92.5	107.3	
10	5.5	9.7	15.2	21.9	29.8	38.9	49.3	60.8	73.6	87.6	102.8	119.2	
수	11	6.0	10.7	16.7	24.1	32.8	42.8	54.2	66.9	80.9	96.3	113.0	131.1
고	12	6.6	11.7	18.2	26.3	35.8	46.7	59.1	73.0	88.3	105.1	123.3	143.0
고	13	7.1	12.6	19.8	28.5	38.7	50.6	64.0	79.0	95.6	113.8	133.6	154.9
14	7.7	13.6	21.3	30.6	41.7	54.5	69.0	85.1	103.0	122.6	143.9	166.8	
15	8.2	14.6	22.8	32.8	44.7	58.4	73.9	91.2	110.4	131.3	154.1	178.8	
16	8.8	15.6	24.3	35.0	47.7	62.3	78.8	97.3	117.7	140.1	164.4	190.7	
17	9.3	16.5	25.8	37.2	50.6	66.2	83.7	103.4	125.1	148.8	174.7	202.6	
18	9.9	17.5	27.4	39.4	53.6	70.0	88.7	109.4	132.4	157.6	185.0	214.5	
19	10.4	18.5	28.9	41.6	56.6	73.9	93.6	115.5	139.8	166.4	195.2	226.4	
20	10.9	19.5	30.4	43.8	59.6	77.8	98.5	121.6	147.1	175.1	205.5	238.4	

\*  $W = -2.0209D + 0.3233D^2$ ,  $W = 0.0152D^2H$  이용

### 1.1.2. 임분 측정

임분(forest stand)이란 일정면적을 점유하는 임목의 집단으로서, 해당 임분의 수종 구성, 영급, 임분상태 등이 매우 동일하여 인접한 산림과 구별될 수 있어야 한다. 또한 임분은 하나의 동일한 육림작업이 실행되는 단위구역이다. 임분 또는 임반에 대한 정량적인 정보는 육림 및 경영방법의 결정과 직접적으로 관련된다. 임분을 측정함으로서 다음과 같은 정보를 얻을 수 있으며, 그 외 임분특성 및 지위인자 등의 관련정보 수집이 가능하다.

- 임령
- 평균직경 및 기타 직경분포 추정인자
- 평균 임분고 및 우세목 수고
- 임분 밀도
- 임분의 혼효율 및 수종 구성
- 재적 및 바이오 매스
- 지위지수, 지위급 및 수확 등급(yield class)
- 현 생장량 및 예측
- 임분 형질 및 활력도

## - 수학

다음에서는 주로 임분에서 측정되는 인자를 소개하고, 동령림과 이령림을 구분하여 특징과 생장에 대해서 서술하고자 하며, 먼저 조사방법에 대하여 언급하고자 한다.

### 1.1.2.1. 임분조사방법

#### 가. 표준지조사

표준지의 재적을 측정하고 면적비례에 의하여 전림재적을 측정하는 방법이다. 이 방법은 면적이 큰 임분, 경제적 가치가 낮은 임분, 임상이 불균일한 임분에 대하여 그다지 높은 정도를 필요로 하지 않는 경우에 이용한다.

##### (1) 표준지 선정

- ① 임목의 대소, 밀도 등이 전체의 평균이라고 생각되는 곳
- ② 유사한 수개소를 선정, 조사하여 평균한다.
- ③ 초보자는 평균보다 좋은 곳을 잡는 경향이 있으므로 주의를 요한다.
- ④ 가급적 간단한 형상을 취함이 좋다.
- ⑤ 표준지의 총면적은 전체의 5~10% 정도로 한다.
- ⑥ 표준지의 면적은 0.1~0.25ha로 한다.
- ⑦ 노령임분 또는 임상의 변화가 많은 임분은 면적을 많이 잡도록 한다.

##### (2) 표준지 종류

###### (가) 원형표준지의 설정

- ① 원형표준지의 면적(a)을 미리 0.1ha라든가 0.25ha라든가 미리 정해 놓고 이 값은  $r(\text{반경}) = \sqrt{a/3.14}$ 로 환산하여 반경을 구한다.
- ② Plot 중심점에서  $r(\text{반경})$ 의 수평거리로 8방향을 정하고 나머지는 목축으로 수목의 흉고점을 ○표시 (원내에 들어갔을 때) 또는 X표시(안들어 갔을 때)를 하여 주위 점을 정한다.

###### (나) 대상표준지(帶狀標準地)의 설정

대상으로 긴 표준지를 설정하는 방법이며 대의 폭은 보통 20~30m로 한다

- ① 먼저 중심점을 측량하여 결정한다.

② 일정한 간격마다 10~15m폭의 거리를 중심점에서 직각으로 잡는다.

③ 수고측정은 중심점에서 가까운 지점에서 수본씩 측정한다.

#### (다) 대선(帶線)표준지의 설정

① 대선의 폭은 본수밀도가 높은 임분에서는 좁게 하고 소임분에서는 넓게 하되 보통 4~10m로 한다. 대선은 직선 또는 절선으로 하되 중심선은 권척같은 것을 펼쳐서 고정시킨다.

② 폭을 10m로 한다면 5m의 봉을 가지고 봉의 1단을 중심선에 밀착시켜 이 봉의 범위내를 Plot으로 한다.

③ 임목의 근부가 봉의 길이 내에 있으면 측정을 하고 외에 있으면 측정하지 않는다.

④ 수고는 중심선 부근의 것만 측정한다.

#### (라) Zetzsche의 원형표준지 설정

임분의 변화가 크고 표준지를 정하기 힘든 경우에 적합하다.

① 길이 3m의 pole로 팔을 수평으로 펼쳐 몸의 축을 1회전시켜 이 범위내의 임목을 조사한다.

② 팔의 길이는 수평적으로 60cm가 되므로 반경 약 3.6m의 원을 그리며 원면적은 약  $41\text{ m}^2$ 이다.

③ 1ha의 표준지를 잡자면 약 244개의 Plot를 취하면 된다.

④ 이 방법에서는 수고는 5표준지 간격으로 측정함이 좋다.

### (3) Plot의 설정

#### (가) 표준지 크기별 설정

① 0.04ha 원형 plot

원점을 중심으로 8방향으로 Tape로 소요반경을 잡고 원주상의 임목에 백묵으로 x 표시하여 plot의 경계를 명확하게 한다. 경사지에서의 반경은 다음과 같다.

경사(도)	0	5	10	15	20	25
반경(m)	11.28	11.30	11.36	11.48	11.64	11.89
경사(도)	30	35	40	45	50	
반경(m)	14.2	12.46	12.89	13.41	14.07	

### ② 0.05ha 방형 plot

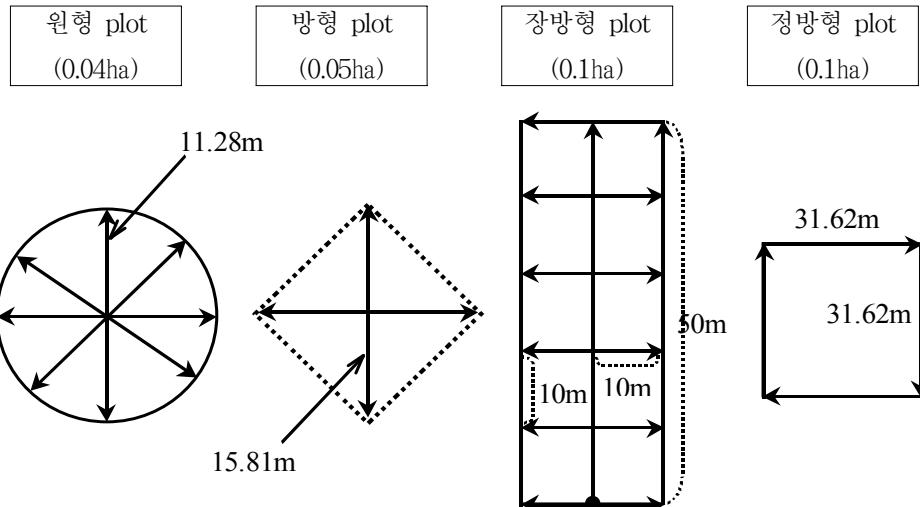
원점을 중심으로 하여 북동남서의 4방향으로 Tape로서 수평 거리 15.81m를 잡고 이 점이 plot의 네 모서리가 되도록 시준하여 plot의 경계를 정한다.

### ③ 0.1ha 장방형 plot

원점으로부터 北으로 50m의 중심선을 설정하고 중심선에서 10m간격으로 양측으로 각각 직각으로 10m씩의 폭을 잡는다. 이를 점을 시준하여 plot의 경계를 정한다.

### ④ 0.1ha 정방형 plot

원점을 기점으로 하여 북, 동, 남, 서의 순으로 수평거리 31.62m를 1변으로 하는 정4각형이 되도록 compass로 측량하여 plot의 경계를 정한다.



<그림 5-1-16> Plot의 설정방법 (→는 실측위치와 방향을 표시)

### (4) 재적조사

① Plot내에 있는 흉고직경 6cm이상의 전입목에 대하여 수종구분을 하고 동시에 흉고직경을 2cm 괄약으로 실측하여 기입한다

② Plot경계선상의 입목은 근원중심부가 경계선 내측에 있으면 측정하고 외측에 있으면 측정하지 않는다.

③ 수고는 1m괄약으로 경급별로 2~3본씩 실측한다.

④ 고손목은 과거 5년간의 고손한 것과 그 외의 것들을 구별하여 직경과 수고를 조사한다.

## (5) 생장량조사

- ① 생장량은 plot내의 표본목에 생장추를 삽입하여 조사한다.
- ② 생장량 조사목의 본수는 1수종 군에 대하여 200本 정도가 되도록 하고 수종군 별로 plot당의 조사본수를 정한다.
- ③ 생장량 조사목은 각 직경계에 걸쳐 직경계별로 plot원점에 가까운 입목부터 순차조사한다. 대병해목, 고손목은 제외한다
- ④ 생장량 조사목은 흉고직경 2cm팔약으로 측정하고, 흉고부위에서 목편을 채취한다.
- ⑤ 목편은 수피후, 최근 5연간 길이를 cm단위로 소수1단위까지 측정한다.
- ⑥ 생장량 조사목의 측정결과는 각각 야장에 기입한다.

## (6) 표준지 재적 계산

표준지에서 측정된 개개목에 대한 재적을 재적표를 찾아 1분씩 계산하여, 표준지 전체, 그리고 ha당 재적 등을 구하는 방법이 있을 수 있으나, 이는 시간을 너무 많이 요하는 관계로, 이를 계산할 수 있는 프로그램을 이용하면 편리하고, 정확하게 계산 할 수 있다(산림청 홈페이지→자료실→산림인자료실 “임목자원평가” 프로그램 다운 받아 이용)

### 1.1.2.2. 임령

동령림(even-aged stand)의 임령은 보통 발아시점부터 계산된다. 하지만 이 방법이 세계의 모든 나라에서 모두 통용되는 것은 아니다. 예를 들면, 영국에서 수학표상의 임령은 식재년도 이후의 경과 연수이다. 이 경우 임령은 나무의 실제 수령보다 낮게 추정된다. 따라서 북반구에서는 임분 조성 당시의 수령에 따라 다르지만, 약 1~2년의 임령 차이가 있다. 그러나 식재임지에서 직파로 육성된 나무의 임령은 나무 자체의 임령으로 한다. 초기 생존율이 저조하고 광범위하게 손상되거나, 천연갱신이 조기에 발생된 곳에서 동령림은 일정 범위의 다양한 임령을 포함하게 된다. 단 기간에 조성된 동령 임분에 있어, 정상적인 조림관리 및 적용에 영향을 주지 않는 범위의 임령을 갖는 임분은 동령림으로 간주된다. 임령 범위의 최대치는 일반적으로 기대 윤벌기의 1/4까지를 말한다. 임령 범위의 최대치에 달하는 임분에 있어서, 평균치와 직경, 수고, 재적의 기대 분포의 이용은 이러한 임분을 적절하게 대표할 수 없기 때문에 주의를 요한다.

이령림(uneven-aged stand)의 임령에 대해서는 다양한 정의가 있다. 만약 임분의 상층은 동령 또는 비슷한 수령의 임목으로 구성되었고, 하층에는 보다 어린나무가 있을 경우, 재적 산정시 두 가지 영급에 대한 가중치가 적용되어야 할 것이다 (Anuchin, 1970). 여러 개의 동령임목 집단으로 구성된 임분의 경우에는, 임목집단별 점유면적에 비례하여 가중치를 적용하여야 한다(Kramer et al., 1982). 임령에 관한 정보는 주로 경영계획으로부터 알 수 있지만, 경영계획이나 기타 관련정보가 없을 경우에는, 생장추로 취한 임목의 목편(core)이나 또는 벌채목의 수간 절단면에 나타난 나이테를 직접 측정해야 한다. 생장추에 의한 목편 추출시 중심을 벗어나거나, 벌목 절단면의 위연륜 또는 나이테의 손실 등의 우려 때문에, 수령의 측정에 있어서는 수간석해(stem analysis)가 비교적 신뢰할 만한 방법이다. 하지만 이러한 방법도 나이테가 불분명할 경우에는 소용이 없다.

동령림과 이령림은 생물적 관점에서 볼 때 표 5-1-10과 같은 차이점이 있다.

<표 5-1-10> 동령림과 이령림의 생물적 관점에서의 차이점

구 분	동 령 림	이 령 림
임 관	균일하고 얇은 임관층	불규칙하고 두터운 임관층
풍 해	취약하여 작업상 주의 요함	매우 적음
작은 나무	피압됨	장차 유용임목으로 됨
갱 신	얇은 기간내에 이루어짐	윤벌기 전체에 걸쳐 이루어 짐
지 력	유령림시 임지노출되어 감퇴됨	지력보호상 유리함
입지정비	원하지 않는 수종정비가 용이	수종정비가 곤란
위 험 성	산불 및 병충해의 위험이 많음	산불 및 병충해 위험성이 적음
임상유기물	일시에 다량이 쌓임	지속적으로 축적됨

한편 경제적 관점에서 보면 동령림은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- 조림 및 육림작업 · 축적조사 · 수확 등이 더 간편하다.
  - 일반적으로 단위면적당 더 많은 목재를 생산할 수 있다.
  - 생산되는 원목의 질이 우량하며 규격이 고르다.
- 또한, 이령림의 경제적 장점을 들어보면 다음과 같다.

- 지속적 수입이 가능해 소규모 임업경영에 적용할 수 있다.
- 주기적 벌채시마다 가치가 없는 단목을 제거할 수 있다.
- 벌채는 시장성을 생각하여 탄력성 있게 할 수 있다.
- 천연갱신을 하는 데 유리하다.
- 병충해 등 각종 유해인자에 대한 저항력이 더 높다.

### 1.1.2.3. 평균수고

주어진 입지에서 나무가 자랄 수 있는 높이는 임분밀도에 의한 영향을 제외하면, 토양이나 기후 등의 환경인자에 의하여 영향을 받는 것은 확실하다. 수고 생장은 과다 또는 과소한 임분에서는 좋지 않은 영향을 받는다. 과밀한 임분에서 수고 생장은 어느 정도 일정하기 때문에 재적은 흥고단면적과 직선적인 관계를 가진다. ha당 임목본수를 증가시킴으로써 흥고단면적은 많아지고, 또 흥고단면적과 재적이 직선적인 관계를 갖는 한 밀도는 수고의 생장에 영향을 주지 않는다. 임목본수가 증가함에 따라 단면적이 감소하면 재적생장과 수고생장은 아마 감소할 것이다. 그러므로 일반적으로 축적이 잘된 임분을 관리하면 수고생장에는 영향을 주지 않을 것이다.

임분수고에는 평균수고(mean height), 우세목수고(dominant height), 최고수고(top height) 등이 있을 수 있다. 여기에서 평균수고란 특정임분에서의 평균적인 수고로 다음으로 계산되고, 가중평균수고와는 구별되며, 임업에서는 산술평균보다는 가중평균을 더 많이 사용한다.

- 산술평균 임분수고

$$\bar{H} = \frac{\sum h_i}{n}$$

(여기서,  $h_i$  = 단목 i의 수고,  $n$  = 단목 수)

- 가중평균 수고

$$\bar{H} = \frac{\sum g_i h_i}{\sum g_i}$$

(여기서,  $g_i$  = 단목 i의 흥고단면적)

우세목의 수고란 임분내에서 ha당 약 100본 정도의 수고가 높은 나무에서 측정한 평균수고가 되며, 최고수고란 이와는 약간 의미가 다른데, 이는 ha당 가장 큰 흥고직

경을 갖는 약 100여본에서 측정한 수고를 말한다. 그러나 실제 이용에 있어 우세목의 수고와 최고수고는 구별 없이 이용되고 있으며, 우리 입장에서는 우세목수고가 최고수고의 의미로 사용되고 있다. 또한 우세목수고는 상대적으로 간벌에 의한 영향을 받지 않기 때문에 지위를 결정하는데 일반적으로 이용되고 있다.

#### 1.1.2.4. 평균직경

평균임분직경(average stand diameter)은 평균흉고단면적일 때의 직경으로 정의할 수 있다. 직경은 직선함수이고, 흉고단면적은 면적 함수이기 때문에, 평균임분직경은 현존하는 나무의 평균직경이 아니다. 평균직경은 임분을 대표하는 변수로서는 부적당하다. 왜냐하면, 그것은 한 집단 내에서 매우 크거나 매우 작은 나무에 의하여 심하게 영향을 받기 때문이다.

직경생장은 임업인이 상당한 처리를 가할 수 있는 중요한 인자 중의 하나이다. 임목 본수가 약간만 증가하더라도 평균임분직경은 상당히 감소한다는 것으로 알려져 있다. 흉고단면적이 증가하면 재적은 더 크게 증가하는 반면에, 평균임분직경이 감소하면 임분의 재적은 감소하고 이에 따라 임분의 가치도 감소할 것이다.

전반적으로 평균임분직경은 밀도의 조절에 의해서 영향을 받을 수 있지만, 최종 수확을 할 때 수확량이 감소되지 않기 위해서는 밀도의 조절이 주의 깊게 이루어져야 할 것이다. 다음은 평균직경을 계산하는 방법과 직경분포에 대하여 알아본다.

##### 가. 산술 평균직경(arithmetic mean diameter)

표본의 수가  $n$ 인 경우 산술평균직경은  $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$ 이며, 이 경우 표본추출이 완전

임의추출이라 가정한다면, 이 평균은 모집단 평균을 편의 없이(unbiased) 추정한 평균직경이라 할 수 있다. 산술평균은 단목 단기시비시험, 가지치기, 차대검정 등과 같은 유형의 시험연구에서 주로 임분조성 후 최초 1년 동안의 사업처리 결과를 조사하기 위하여 한정적으로 사용된다. 그러나 산술평균직경은 평균흉고단면적 또는 평균재적에 해당하는 임목을 대표하지 못하고, 간벌에 의해서 영향을 받기 때문에 산림경영을 위한 조사에서는 별로 유용하지 못하다.

##### 나. 평방 평균직경(quadratic mean diameter)

임분의 평방 평균직경은 평균흉고단면적을 가진 임목을 대표한다. 표본 추정치는,

$$d_q = \frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n} \quad \text{이며,}$$

여러 집단 조사자료 경우의 산출 공식은,

$$d_q = \frac{\sum_{i=1}^n n_i d_i^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad \text{이다.}$$

평방 평균직경은 평균재적을 가진 나무의 직경추정에 있어서 다소간 부정적으로 편의 추정(negatively biased estimate)을 나타낸다. 수확표 상 또는 생장모델에서 목적변수로 사용되는 임분평균직경은 항상 평방 평균직경으로 산출된다.  $\bar{d}$  와  $d_q$ 의 관계는,

$$d_q = \sqrt{\bar{d}^2 + s_d^2}$$

(여기에서  $s_d^2$ 는 직경분포에 대한 분산이다.)

따라서, 산술평균과 평방 평균간의 차이는 분산과 평균직경의 증가에 비례한다. 직경분포의 분산이 평균직경과 ha당 임목본수의 함수라고 가정하면, 다음의 공식이 성립된다.

$$d_q = \sqrt{d_q^2 + f(d_q, N_{ha})}$$

Weise(1880)는 평방 평균 추정을 위하여 일반적인 방법을 도입하여, 직경분포 중 60번 분위수를 채택할 것을 제안하였다. 평균재적을 가지는 임목의 평균직경을 추정하기 위하여, Essed(1957)는 임목재적과 흥고직경간의 관계식을 다음과 같이 표현하였다.

$$V_i = b_0 (\bar{d} + e_i)^{b_1}$$

(여기에서,  $e_i = d_i - \bar{d}$ ,  $b_0, b_1; V = b_o (d)^{b_1}$  의 파라메터)

#### 다. 직경분포

임분직경분포를 설명, 예측하기 위하여 많은 기법이 있으나, 직경분포모델을 이용하는 것이 가장 보편적이다. 따라서 직경분포 모델의 통계치가 제공하는 결과의 신뢰성, 유연성, 효율성 등을 충분히 고려하여야 하며, 이 모델은 여타 다른 모델보다 각광을 받고 있다. 이 모델은 입력에 요구되는 변수가 임령, 지위, 그리고 밀도의 기본적인 임분통계량으로 한정되어 있으나 상대적으로 세분화된 정보를 제공하는 장점

을 가지고 있다. 하지만 이 모델을 개발하기 위해서는 임분의 직경분포를 확률함수 (probability function)를 이용하여 추정하여야 하는 어려움이 있다. 결국 직경분포 모형의 성패는 얼마나 정밀하게 직경별 본수를 추정하느냐에 달려있고, 그동안 다양한 형태의 확률분포를 이용하여 직경분포를 추정하고자 하였다.

다음은 임분의 직경분포 추정에 가장 일반적으로 사용되는 Weibull과 Beta 확률함수인데, 여기에서는 Beta 확률함수에 대하여 소개하고, Weibull 확률함수는 다음 장에서 자세하게 설명하도록 하겠다.

### (1) Beta 함수

임분의 직경분포를 추정하기 위하여 Beta 확률분포를 임학분야에 처음 적용한 사람은 Clutter와 Bennett(1965)인데 Beta 분포는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} f(x) &= c(x-L)^{\alpha}(U-x)^{\beta} & L \leq x \leq U \\ &= 0, \text{ elsewhere} \end{aligned} \quad (1)$$

여기에서,  $c = \frac{1}{\int_L^U (x-L)^{\alpha}(U-x)^{\beta}}$  에 의하여 계산되는 조정계수(scaling factor),

$x$ = 입목의 흉고직경,  $L$ = 베타분포에서 추정해야 할 최소 직경,  $U$ = 베타분포에서 추정해야 할 최대 직경, 그리고  $\alpha, \beta$ = 베타분포에서 추정해야 할 모수이다.

결국 Beta분포에서 추정해야 할 모수는  $L, U, \alpha, \beta$ 의 4개인데 다음과 같은 방법으로 추정된다. 먼저  $L$ 과  $U$ 를 추정하면,

$$L = x_L - w/2 \quad (2)$$

$$U = x_U + w/2 \quad (3)$$

(여기에서,  $x_L$ = 팔약된 실측 최소직경 범위의 중앙값,  $x_U$ = 팔약된 실측 최대직경 범위의 중앙값,  $w$ = 팔약된 직경의 범위)

한편 Beta 분포의 모수  $\alpha$  와  $\beta$ 는 위에서 추정된  $L$ 과  $U$ , 그리고 해당 임분의 실측 직경의 산술평균과 표준편차를 이용한 수학적 방법에 의하여 추정된다(Loetsch et al., 1973).

$$\alpha = Z(\beta + 1) - 1, \quad (4)$$

$$\beta = \frac{\frac{Z}{s_k^2(Z+1)^2} - 1}{Z+1} - 1 \quad (5)$$

(여기에서,  $Z = \frac{x_k}{1-x_k}$ ,  $x_k = \frac{\bar{x}-L}{U-L}$ ,  $s_k^2 = \frac{s^2}{(U-L)^2}$ , 그리고  $s$  = 실측 직경의 표준편차)

신만용 등(1997)은 인공림과 천연 혼효림에서 Beta 및 Weibull 함수의 직경분포 추정 능력을 검정한 결과, 낙엽송 인공림과 천연림의 상층을 점유하고 있는 소나무는 Beta와 Weibull 함수가 모두 뛰어난 직경분포 추정능력을 보였다고 하였으며, 천연 혼효임분의 직경분포는 기대하였던 대로 Weibull 함수는 정도가 높게 추정하고 있지만, Beta 함수는 적합하지 못하였으며, 반면에 천연림의 하층에 생육하는 참나무의 경우에는 반대의 결과가 얻어졌다고 연구 보고한 바 있다.

### 1.1.2.5. 임분밀도

임분밀도(stand density)는 임분의 생산력을 추정하는데 있어 지위 다음으로 중요한 인자이다. 지위의 경우는 인위적으로 개선하기가 어려우나, 임분밀도의 경우는 경영자가 임의대로 조절이 가능하기 때문에 우리에게 유리하게 작용할 수 있는 인자이다. 따라서 현재 임분밀도를 정확하게 측정하는 것은 중요하며, 또한 여러 가지 방법이 알려져 있으나 아직 가장 정확한 판정방법은 없다고 보아야 할 것이다. 그리고 먼저 임목밀도의 측정 개념 이전에 임목도(stocking)와 임분밀도의 의미를 명백히 할 필요가 있다.

임목도란 경영자가 원하고자 하는 가장 우량한 임분이 지니고 있어야 할 임목수에 대한 현실 임목수를 주관적인 입장에서 나타낸 것이다. 즉 비교 가능한 이상적인 임분의 밀도에 대한 현실임분의 밀도의 비율적 비교를 의미하는 상대적 의미를 내포하고 있다. 임목도는 수치를 이용하여 주관적으로 상·중·하로 나타내는데, 이는 그 기준이 불분명하다는 문제점을 안고 있다.

임분밀도란 임목의 양적인 표현으로 두 가지로 나타낼 수가 있다. ① 흉고단면적, 재적, 임목본수 등을 계수(coefficients)로 나타내는 방법과, ② 단위면적에 대한 임목수, 총 흉고단면적의 합계, 또는 재적의 절대치로 나타낼 수가 있는 것이다. 임분밀도는 경영목적을 불문하고 임분발달 과정에서 가지고 있어야 할 양을 기준으로 표현하는 말이다.

일반적으로 밀도가 높으면 단위면적당 축적은 높아지지만, 단목의 직경이나 재적 생장은 나빠지게 된다. 따라서 전체수량과 단목의 크기간의 균형을 어떻게 이루느냐 하는 것이 밀도조절의 요체이다.

이와 같이 임분밀도는 임분관리의 중요한 제어인자(control factor)로서 이제까지 많은 척도가 제안되었으며, 따라서 이의 정의나 측정법은 간단하지가 않다.

### 가. 목측법

이 방법은 유럽에서 시작된 것으로서 수관의 울폐와 발달 정도를 육안으로 판정하여 임분생장을 유도할 수 있다고 한 방법인데, 이를 판정할 수 있는 기준이 되는 법정상태 임분밀도는 어떻게 측정해야 할지가 관건이다. 산림이 위치한 곳, 임분 환경 상태, 개인적 시각차, 계절적 환경 등은 밀도판정에 대한 방법으로서의 목측법의 의미는 이미 상실한 것이나 마찬가지이다.

### 나. 법정수확표에 의한 방법

주로 동령임분에서 만들어진 수확표는 일반적으로 임분밀도를 측정할 때 가장 사용빈도가 높은 기준이다. 이 방법에 의한 특정 임분밀도는 동일한 지위와 임령을 가지는 수확표와 조사하려는 임분의 관련인자 즉, 흉고단면적, 임목본수 또는 재적을 비교함으로서 판정할 수 있는 것이다. 관련인자에 비교하는 방법에 대하여 자세하게 언급해 보자.

#### ① 흉고단면적

이 인자는 어떤 임분에서 단위면적내 포함되는 모든 단목의 흉고단면적의 합계로 표시되며  $m^2$ 로써 측정된다. 이 값은 비교적 측정이 용이하면서 동시에 밀도와의 상관관계가 높기 때문에 예전부터 보편적으로 이용되어 왔다. 그러나 흉고단면적은 임목크기에 대한 정보를 제시해 주지 못하는 단점이 있다.

#### ② 재적

임분밀도는 종종 재적에 의하여 표시된다. 대부분의 임업경영목표들이 직접·간접으로 재적과 결부되어 있기 때문에 재적은 합리적인 밀도척도가 될 수 있다. 그러나 일반적으로 직접적인 밀도의 척도로 사용되기 보다는 보통 수확표상의 임분재적과 같은 어떤 표준재적에 대한 상대적인 값으로 표현된다.

#### ③ 임목본수

임목본수는 측정이 가장 간편한 것으로서, 지위와 생육단계가 같은 동령단순림에 있어서 유용한 임분밀도 판정 척도 중의 하나이다. 따라서 동령단순림에 대한 많은 생장 및 수확모델에 있어 이 척도를 임분밀도의 입력변수로서 사용하고 있다.

법정수확표를 이용하여 임분밀도를 판정하는 것은 평균적으로 발달하는 임분에서 적용함이 타당할 것이며, 특정 생장이 빠른 지역이나, 자연적 고사목이 많이 발생하

는 지역, 또한 초기 식재밀도 등의 변화가 없거나 너무 많은 변화가 있는 곳에서 작성된 법정수확표는 기준이 될 수 없으므로 사전 주의를 요한다.

#### 다. Reineke의 밀도지수에 의한 방법

Reineke의 임분밀도지수의 방법은 집약적인 임분경영에 있어서 특정한 목적을 위하여 임분밀도를 조절하는데 가장 적절한 수단이 된다. 이 지수는 임분평균직경이 동일한 적정밀도 동령림은 동일 수종으로 구성되었을 때 단위면적당 임목본수가 거의 같다고 보고하였다(Reineke, 1933). 임분밀도를 평가하는데 가장 중요한 인자는 임분평균직경이지 임령과 지위는 그다지 영향을 미치지 않는다. Stage(1968)은 이 밀도지수가 동령림에 주로 적용할 수 있으나, 이령림에서도 흉고단면적에 의한 방법보다 더 잘 적용할 수 있을 것이라 하였다.

Reineke의 임분밀도지수는 임분발달에 있어 여러 가지 실질적인 적용가치가 높을 것으로 판단되며, 그 이유는 다음과 같다.

- 입지와 임령에 관계없이 임분밀도를 비교할 수 있으며, 서로 다른 종으로 구성된 임분에서도 이용이 가능하다.
- 경영목적에 적합한 이상적인 성숙 임분밀도가 주어 졌을 때, 미성숙 상태에서 적절한 임분밀도를 추정할 수가 있다.
- 간별과 밀도조절을 함으로써 흉고단면적의 적정수준을 구할 수 있다.
- 임분밀도지수는 간별효과에 대하여 흉고단면적에 의해서만 나타낼 때 보다 더 명확히 보여 줄수 있다.

#### 라. Bruce의 수확표에 의한 방법

Bruce가 개발한 것으로서 서로 다른 형태로 발달해 온 임분의 법정상태를 정확히 측정할 수 없는 법정수확표의 단점을 보완하기 위하여 임분평균직경, 임목본수, 수고로서 미송에 대한 수확표를 만들어 임분밀도 판정의 기준으로 삼았다. 그러나 이 방법은 동일 수종을 비교할 때만 가능하며, 또한 동일 지역에서의 비교만 가능하다는 단점이 있다.

#### 마. 수관경쟁에 의한 방법

수관경쟁법(crown competition method)은 공간경쟁이 없는 곳에서 자라는 임목의 수관폭과 수간직경 사이에는 높은 상관관계가 있다는 단순한 생물학적 원리에 입각

한 것이다. 이 방법은, 공간에 대한 수관 경쟁력을 파악할 수 있으며, 어떠한 수종이 다른 수종보다 밀도가 높은 임분 상태에서도 생육할 수 있는 이유에 대해서도 설명 할 수 있다. 그리고 이 방법에서는 수령과 지위의 영향을 받지 않는 생물학적 특성을 측정한다. 수관 경쟁에 의한 방법은 임목이 이용할 수 있는 생장 공간의 최대값과 임분 내에서 생육하는 데에 필요한 최소값에 대한 자료가 제공되면서부터 발달되었다(Krajicek et al., 1961).

수간 지름별 수관 투영 면적에 대한 자료는, 수관 면적과 흉고 지름의 관계에 있어서 공간 경쟁 효과를 배제하기 위하여 고립목을 이용한다. 수관 면적은 흉고 지름과 밀접한 관계가 있으며, 그 관계는 동일 수종 내에서는 지위나 수령과는 관계없이 거의 상수로 나타낼 수 있다. 수관 폭과 흉고 지름의 관계에 있어서, 침엽수와 활엽수 사이에는 높은 유의적인 차이를 나타내나, 참나무류의 각 수종 사이에는 유의성을 인정할 수 없었다. 그리고 고립목의 경우에는 흉고 지름에 비례하는 최대 면적 이상의 면적을 차지하지 않는 것으로 나타났다(Alexander, 1971).

최대 수관 면적(maximum crown area; MCA)은 일정한 흉고 직경을 가지는 하나의 고립목이 차지하는 ha당 백분율로 나타내며, 차지하는 면적은 수식으로 구할 수 있다. 수관 경쟁 요인(crown competition factor; CCF)은 ha당 최대 수관 면적의 합으로 나타낸다. 1ha 내에 있는 모든 임목이 충분한 수관 발달을 하고 있으며, 괴복율을 100%라 하면 수관 경쟁 요인은 100이 된다.

그러나, 동령림에 있어서 ha당 임목 본수라는 관점에서 볼 때, 수관 경쟁 요인 100의 값은 수종 간에 큰 차이가 있다. 적정 밀도 상태에 있는 아이오아주 동부 지역의 참나무류 동령림의 수관 경쟁 요인은 평균 200 정도이며, 콘톨타소나무 임분의 수관 경쟁 요인은 500이다. 어떤 임분의 수관 경쟁 요인이 200이란 의미는, 임분 내의 단목이 고립목 상태에서 차지하는 수관 면적의  $\frac{1}{2}$ 에 해당하는 면적을 차지 한다는 의미이며, 수관 경쟁 요인이 75이면 단목은 공간을 충분히 이용하지 않는 상태를 의미 한다.

#### 바. 임분밀도 조절을 위한 임목간격 적용

각 임목의 근계와 수관에 의하여 실제로 요구되는 생육공간을 결정한다는 것은 대단히 어려운 문제이지만, 평균적인 생육공간과 직경 등 임목크기의 관계는 추정될 수 있다.

임목들은 일반적으로 그들의 크기에 알맞은 생육공간을 점유하고 있고 필요로 하

기 때문에 모든 임목간격계수(spacing figure)는 직경·수고·수관폭 또는 수관재적과 같은 임목의 크기를 표시해 주는 척도에 의하여 결정되어야 한다.

인공 조림을 한다든지, 간벌을 할 경우에 임목 간의 거리를 추정하는 방법은, ① 임목의 근계와 수관이 차지하는 면적을 정사각형의 면적에 의하여 추정하는 방법과, ② 원의 면적에 의해서 추정하는 방법이 있다. 그러나 두 방법 모두 실제로 이용되는 면적을 추정하는 데에는 오차가 있다. 임목의 근계와 수관은 일반적으로 경쟁이 일어나기 전에는 원형으로 발달하기 때문에, 정사각형에 의한 임목 간 거리의 설정은 입지의 이용을 충분히 할 수 없다. 단순한 원에 의한 방법의 경우에는 임목 본수에 있어서 과대치를 주게 된다. 왜냐하면, 인접하는 수관과 근계 사이에는 중복되지 않고 점유되지 않는 공간이 있어야 하기 때문이다.

<표 5-1-11> 생육거리의 계산

	정사각형(m)	원(m)
생육 거리( $d$ )	$d = \sqrt{\frac{10000}{300}} = \sqrt{\frac{10000}{300}}$ $= 5.8m$	$d = \sqrt{\frac{10000}{N}} \cdot \frac{4}{\pi} = \sqrt{\frac{12732}{300}}$ $= 6.5m$
실제로 나무에 이용되는 면적	$33.4m^2$	$33.4m^2$

임목 간 거리( $d$ ) 또는 단위 면적당 임목 본수( $N$ )는 표에 나타낸 방법으로 구할 수 있다. 이 표에서, 임분 밀도는 ha당 300본으로 계산한다. 이 때, 임목당 점유 면적은  $33.4m^2$ 가 되며, 임목 간의 거리는 정사각형에 의한 경우  $5.8m$ , 원형에 의한 경우  $6.5m$ 가 된다. 그런데, 정사각형( $5.8m$ )을 사용할 때 원으로 차지하는 면적은  $26.4m^2$ 가 되어, 전체의 입지를 충분히 이용하지 못하는 상태가 된다. 1ha를 임목당  $26.4m^2$ 의 면적으로 나누면 ha당 380본이 되어 원래 계산한 ha당 300본보다 임목 본수가 많아진다. 그러나 생육 면적은 임목 간의 거리를 산정하는 근거가 되며, 실질적으로 식재 거리는 정사각형이나 직사각형의 생육 공간을 가정하여 산정되고 있으며, 최대 효율을 나타내는 생육 면적에 의한 임목 간의 거리에 대한 연구는 빈약한 실정이다.

#### 사. 적정 임분밀도의 결정

임분밀도의 측정과 여러 가지 임목간격지침의 개발은 아직 기본적인 문제를 해결

하지 못하고 있다. 즉, 수종별·지위별 그리고 임분상태에 따른 적정임분밀도는 무엇인가 하는 문제이다. 이에 대해 Both(1925)는 “낭비가 없는 생육공간(room to grow but none to waste)”이라고 간결하게 답하였다. 그러나 임목이 생장하는 데 충분한 생육공간은 얼마이며, 무익한 공간은 무엇인가에 대한 판단지침 즉, 적정밀도(optimum stocking)를 위한 간단한 지침을 마련한다는 것은 대단히 어려운 일이다. 적정(optimum)이라고 하는 말은 삼림소유자의 목적을 달성하기 위한 최선(best)이라고 하는 의미이다. 이와 같은 목적이 재정적인 것이라면 지위·수종·재적 및 임목 가격 뿐만 아니라 이들 간의 상호작용 또한 결정에 포함되어야 한다.

실제로 임분밀도에 관한 결정은 주로 식재할 때와 간벌시에 이루어지게 된다. 이 때 경영목적을 고려하지 않고 적정임분밀도를 선택한다는 것은 어렵다. 즉 경영목적이 수원함양이나 산림휴양 등 목재생산 이외의 것이라면 목재생장을 최적상태에서 최대화하기 위한 임분밀도조절은 큰 의미를 갖지 못한다.

우리나라의 경우 각 수종별로 작성된 수확표에 근거하여 표 5-1-12와 같이 평균흉고직경급에 따른 간벌 후 잔존기준본수를 제시하여 임분밀도 조절을 위한 기준으로 삼고 있으며, 이는 목재생산을 목표로 한 것이다. 그러나 지역에 따라 산림환경에 맞게 조절하여 작성할 수도 있을 것이다.

<표 5-1-12> 수종별 평균흉고직경급별 간벌 후 잔존본수 기준표

(단위 : 본/ha)

수 종	평 균 흉 고 직 경 급(cm)															
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
잣 나 무	1500	1200	1000	880	760	670	600	530	480	440	400	380	360	340	320	300
낙엽 송	1500	1300	1100	1000	900	800	700	600	530	490	410	390	370	360	350	340
리기다소나무	2000	1600	1300	1100	940	810	710	630	560	500	470	440	410	380	350	330
강 원 소나무	2300	1800	1500	1300	1100	950	840	740	670	610						
중 부 소나무	1300	1100	960	860	780	710	650	610								
삼 나 무	2200	1860	1630	1430	1260	1130	1010	890								
편 백	2700	2200	1700	1510	1330	1180	1070	950								
해 송	1700	1400	1200	1060	950	850	750	660	620							
상수리 나무	980	880	800	730	660	600	540	500	460	430	390	350				

(출처: 산주를 위한 새로운 임업기술, 산림청, 1995)

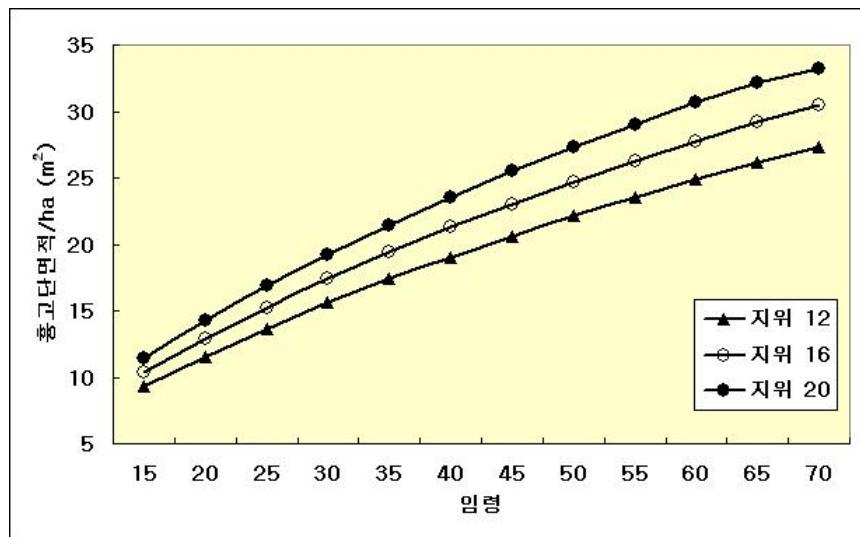
### 1.1.2.6. 흉고단면적

흉고에서 측정된 수목의 단면적을 흉고단면적이라 하며, 국제적으로  $g$ 의 기호로 통용된다. 일반적으로 제곱미터( $m^2$ )로 표현된다. ha당 임목의 흉고단면적 합계는  $g m^2/ha$ 로 표시되며, 일반적으로 수피를 포함하여 측정한다. 유령림의 평균치는 10~20  $m^2/ha$ 이며, 성숙림의 경우에는 최대 60  $m^2/ha$ 까지 달하며, 호주의 유칼리 임분에서는 더 높은 수치를 나타내기도 한다. Dawkins(1958)는 열대림의 평균 흉고단면적이 35  $m^2/ha$  정도라고 제시한 바 있다.

임분 흉고단면적은 임분의 목질부 생산력을 측정할 수 있는 인자로서, 부분적으로는 유전적인 영향을 받지만, 생물학적, 물리·화학적인 환경인자에 의해서도 영향을 받는다.

#### 가. 지위와 임령 함수로서 흉고단면적

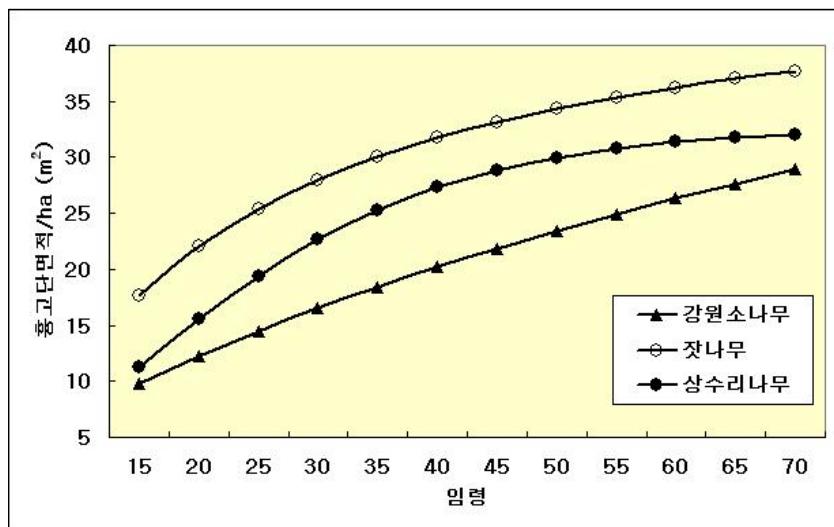
흉고단면적은 임분을 설명하는 중요한 특성중의 하나이므로 임분을 설명하기 위해서는 지위와 임령이 흉고단면적에 관여하는 것을 구명해야 한다. 흉고단면적이 임령에 따라 누적되는 비율은 임업에서 가장 명확히 증가하는 생장율이다. 다음 그림은 산림과학원(2003년)에서 조제한 강원지방소나무의 지위별 흉고단면적 누적 생장량을 표시한 것이다.



<그림 5-1-17> 지위, 임령별 강원지방소나무 흉고단면적 생장곡선

각 지위별로 양호한 생장패턴을 보여 주고 있으며, 임령이 증가함에 따라 흉고단면적 누적 생장량 차는 지위별로 차이가 더 증가할 것으로 보여 진다.

다음 그림 5-1-18은 국립산림과학원에서 2003년 조제한 임분수확표로서 대표적인 인공림 형태의 잣나무, 천연 활엽수림 형태의 상수리나무 및 침엽수림인 강원지방소나무의 임령별 흉고단면적 누적 생장곡선을 나타낸 것이다. 상수리나무의 경우 앞서 학자들이 연구한 바와 같이 임분이 관리되지 않고, 천연상태로 있을 때 초기에 누적 흉고단면적 곡선이 점근선을 갖는다고 했는데, 이를 입증이라도 하듯이 60년 정도 이후부터 점근선을 갖는 것으로 나타났다. 그리고 잣나무와 같은 경우 아직 생장이 이루어지고 있으며, 특히 강원지방소나무의 경우는 외국의 미송이나 솔송나무와 같이 앞으로 계속 누적 흉고단면적은 생장이 이루어 질 것으로 보인다.



<그림 5-1-18> 수종, 임령별 흉고단면적 생장곡선 (지위 중)

## 1.2. 생장모델

### 1.2.1. 생장모델 개요

생장모델은 임목(산림)의 나이가 증가하거나 또는 시간이 지남에 따라 변하는 산림 생산물의 동태를 기술하는 것이라 볼 수 있다. 다음과 같은 식의 구성에 있어 표

현되는 시간(t)과 몇 개의 파라메터(A, b, k) 및 재적간의 관계를 생장모델의 한 예(Gompertz model)라고 볼 수 있다.

$$V = A \ e^{-b e^{-k t}}$$

생장예측은 산림에서의 생장에 따른 수확량 및 시장으로의 판매계획을 위해 필요하며, 또한 생장과 비례하는 벌채를 결정하기 위해서도 필요하다. 토지이용자 측면에서는 특정한 입지의 합리적인 경영결정을 위해 생장예측을 필요로 하기도 한다. 또한 생장모델은 실행 가능한 투자 옵션의 비교를 용이하게 하기 위한 경제적인 방향으로의 정보를 제공하는데 이용하기도 한다. 그리고 다른 경영체제 및 조림적 사업화에서의 선택과 비교, 즉 가장 최적의 생육공간, 간벌의 주기 및 강도 등을 결정하는데도 생장량에 대한 예측이 필요하다. 또한 예산의 지출 및 세입을 위해서도 필요하다.

#### 1.2.1.1. 생장모델의 선택과 임업에서의 적용

모델은 한 마디로 진실에 대한 추론적인 개념이며, 일부 인식에 있어 잘못된 것 있을 수도 있다. 따라서 이용자들은 모든 모델들이 잘못이 있을 수 있으며, 일부는 다른 모델보다 특별난 유용성 및 정확성을 가지고 있을 수 있음을 기억해야 한다. 올바른 모델의 선택은 이용자가 적용함에 있어 최대의 유용함을 줄 수 있는 것이어야 하며, 선택은 이용자의 자료원과 적용가능성에 근거하여야 한다. 이것이 임분 모델링을 위한 최고의 접근법이다.

모델의 임업에서의 적용영역으로는 다음을 들 수 있겠다.

- 입지 평가
- 기대되는 수확의 추정
- 조림기법에 따른 생장 연구
- 최고 경영시스템 구축
- 경영상 계약에 대한 효과
- 목재 질의 평가

이러한 적용영역에 필요한 각각의 모델은 각기 다른 생장 모델링의 접근법을 요구하며, 보통 하나의 모델로 이런 요구를 모두 제공할 수 없다. 그리고 이런 요건을 만족하기 위한 모델을 어떤 것이라고 확실히 단언할 수는 없지만 일반적인 가이드라인은 주어질 수 있다.

### 1.2.1.2. 생장모델의 현재와 미래

#### 가. 최근의 전개

보다 최근에 Prognosis모델의 새로운 변종인 PROGNAUS모델(Austria의 Prognosis, 1996)이 개발되어 졌다. 이는 Austria에서 이용되는 거리독립 단독 방법으로 동령순림 및 혼효이령림 둘 다의 발달을 예측하고자 만들어 졌다. 이 모델은 Austria Bohemian Massif 개별 영구표준지에서 타당성을 검정한 바 있다. 또 다른 Prognosis의 변종으로는 PrognosisBC로 BC산림부 자원조사 프로그램으로 인터넷상 (<http://www.for.gov.bc.ca/resinv/homepage.htm>)에서 보고되었다.

또 다른 모델로 한 윤벌기 이상의 다른 축적을 갖는 총생장 및 새로운 임분생장을 예측하기 위하여 PP-MASAM(1996)모델이 개발되었는데, 평균목에 기초한 PP-MASAM은 임분생장을 예측하기 위하여 4개 파라메터를 갖는다 ; (1) 총임분 엽면적지수(LAI), (2) cohort에서의 ha당 본수, (3) cohort당 총엽면적지수, (4) 단위 엽면적당 임목생장.

Favrichon(1998)은 열대 이령 천연림에서 진계생장, 고사 및 생장을 표현하는 경영자 중심의 “인구통계학적 행열모델(demographic matrix model)”이라는 새로운 개념의 모델을 최근에 개발하였다. 이 모델의 두가지 특징으로 (1) 수종이 생태적 집단으로 그룹화 된다는 점과 (2) 진계생장과 천이확율이 임분의 상대적 거리와 그것의 초기 원시상태에 종속된다는 점이다. 이 모델은 임분동태와 벌채후의 종구성 또는 기타 체계적인 조림적 처리를 시뮬레이터 할 수 있는 도구를 제공하였는데 의의가 있다. 그러나 이 모델은 아직 발전의 첫 단계라 할 수 있으며, 경영결정 및 정책의 경제적인 설명과 벌채 주기를 분석하여야 할 과제를 안고 있다.

#### 나. 모델링의 미래

21세기에서의 산림계획과 경영에 대한 생장·수확모델링의 열쇠는 생태계를 별개로 나누는 것이 아닌 하나로 보는 시각을 가져야 할 것이다. 미래 생장·수확의 효과는 수많은 문제에 직면할 것이다. 즉 임목의 질과 생산물 수확에 대한 더 많은 정보를 제공하여야 할 것이며, 기후변화, 산림전용, 산불 등의 환경적 스트레스에 대한 장기적 산림반응 예측을 할 수 있어야 할 것이다. Burkhart(1990)는 21세기 생장·수확모델링의 전개는 자료수집, 분석기법 및 계산기술에 의존할 것이라고 지적하였다. 따라서 생장·수확모델은 산림경영에 있어 가장 우선적인 도구가 될 것이다.

미래에 있어 이령림에 대한 생장과 수확의 방법론은 기계적 모델에 근거하여 경험적 모델뿐만 아니라 방정식 시스템, 비선형 임분표 예측, Makov chains, Matrix model, 인공신경망기법 등과 같은 다양한 기법을 통합하여 구축될 것이다.

또한 혼합모델링 뿐만 아니라 새로운 컴퓨터 기법(이용자 편의 측면의 객체중심 프로그래밍), 임목 시각화, GIS를 이용한 임목의 공간적 명쾌한 정보제공 등과 같은 이령림의 생장과 동태의 진보된 이해와 모델링 방법이 구축될 것이며, 이는 대면적에서의 이령림에 대한 미래 생장과 수확을 계획하는 우리의 능력을 촉진하는데 확실하게 도움을 줄 것으로 보인다.

이것은 미래 산림 경영자의 정보요구를 충족시킬 수 있는 모델구축자 또는 연구자에게 도움을 줄 것이며, 새로운 세기의 지속가능한 산림 경영에 대한 다양한 의문사항에 대한 답변을 제공하는데에도 커다란 기여를 할 것으로 본다.

## 1.2.2. 단목생장모델

단목 생장모델은 주어진 임분에 있어 각 단목을 시뮬레이터하기 위한 모델이다. 많은 단목모델은 확률적으로 고사율을 시뮬레이터 한다. 이런 모델은 크게 두 가지로 구분된다. 즉,

- 단목 거리종속 모델
- 단목 거리독립 모델

### 1.2.2.1. 단목 거리종속 모델

단목 거리종속 모델은 공간적 자료를 이용하여 단목 또는 이의 구성요소(수관, 가지 등)를 시뮬레이터 한다. 이 모델은 임분 또는 표준지의 각 단목 발달을 시뮬레이터하기 위해 인접해 있는 나무들의 크기와 위치에 대한 정보를 이용하며, 수확예측은 단목의 재적을 합하고 적절한 확장요인을 곱함으로서 얻을 수 있다. 모델의 발전과 실제적 이용은 지속적인 자료의 누적이어야 가능하며 그러지 않을 시 제약이 따른다. 이들 모델은 또 경쟁이라는 중요한 개념을 수식화 함으로써 발전시킬 수 있다.

임분에 있어 임목간의 경쟁은 다음 5가지 사실로 요약될 수 있다.

- ① 식물은 그들이 생장함에 따라 그들의 생육에 맞게 환경을 바꾸며, 다른 식물들의 유용한 자원을 감소시킨다(경쟁).
- ② 경쟁의 가장 기본적인 메커니즘은 공간적 상호관계이다.

③ 경쟁에 의해 죽은 식물은 생장원 결핍에 이은 생장감소의 결과이다.

④ 식물은 환경의 변화에 순응하고, 경쟁에 반응하며, 경쟁의 본질을 바꾼다.

⑤ 경쟁전개에 있어 수종간 차이점이 있다.

많은 모델들은 경쟁지수를 간결한 개념으로 만들고자 시도하였다. 그러나 경험적인 시도에서 잘 이행되고, 개념을 구체화하여 만족스럽게 된 단순한 지수는 아직 없다. 많은 경쟁지수는 다음 4가지의 목적을 갖고 연구에 임하게 된다.

① 경쟁적 영향권

② 잠재적으로 유용한 면적

③ 크기 종속

④ 울폐 및 광흡수면적

경쟁적 영향권에 의한 접근법은 다음 가정을 기본으로 한다.

① 각 임목은 임목의 크기로서 결정되는 영향권이 있다.

② 각 임목별로 나타나는 경쟁은 영향권의 잠재적 중첩에 의해 측정될 수 있다.

경쟁지수는 잠재적인 중첩면적으로 표시할 수 있으며, 또한 상대적인 면적으로 측정할 수도 있고, 임목크기별로 측정할 수도 있다. 경쟁지수를 산출하는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있으며, 이를 몇 가지로 나누어 설명하면 다음과 같다.

- 점유가능면적(APA, area potentially available)

① APA는 총면적을 임목의 크기와 위치에 따라 분할함으로서 계산할 수 있다.

② 이러한 면적 분배는 임목간의 직선거리를, 나무의 크기에 따라 가중치를 적용하여 분할하는 방법에 의한다.

③ 혼효림의 경우 가중치는 수종에 따라 다르게 조정한다.

④ 실질적으로 중첩지역과 gap이 없도록 분배하기는 매우 복잡하다.

⑤ 실험에 의하면, APA는 단일 수종 조림지의 흉고단면적 생장예측에 매우 유용하게 활용되는 경쟁지수 중 하나이다.

- 크기와 거리 방법

① 이 방법은 모든 경쟁 임목의 크기와 임목간 거리를 기초로 하여 경쟁지수를 계산한다.

② 이 지수는 대상목이 주변 경쟁목들과 이루는 각도의 총합을 기초로 계산되며, 지수의 한계치를 정해 둔다(예를 들면, 각도가 초과되는 경쟁목)

③ 가장자리효과(edge effect, 중심목과 경쟁목간에 있어 중심목과 같은 방향에 있는 나무방향의 경쟁은 인정이 되나 반대방향은 경쟁을 계산할 수가 없다는 것으로

이는 보정해 주어야 함)와 계산시간을 줄이기 위하여, 경쟁분석이 실시되는 반경을 정해두는 것이 필요하다. 적정 반경의 선택은 나지에서 생장한 임목의 조사 자료를 이용하면 된다.

### - 울폐 및 광흡수면적 방법

각 입목이 하늘을 볼 수 있는 면적의 비율로 결정하는 방법으로서, 때로는 입목이  
마주하는 하늘의 방향에 따라 가중치를 다르게 적용한다(예, 수직방향은 많고, 수평  
방향은 적게 가중치를 적용). 기준점(reference point)은 나무의 초두부가 아니라 수  
관의 중심점이 된다. 이것은 신엽(newer foliage)의 광합성 활동이 더욱 왕성하다는  
것을 고려한 조정의 의미가 있다. 그러므로 기준점은 대상목의 최근 수관발육상태에  
따라 달라진다.

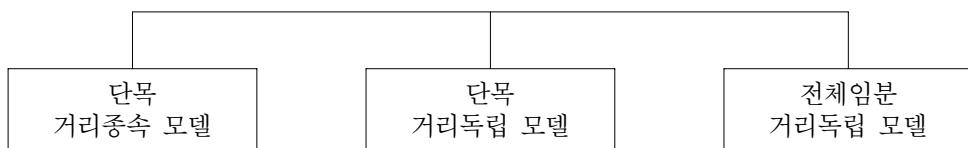
### 1.2.2. 단목 거리독립 모델

단목 거리독립 모델은 각 임목별 또는 크기급별로 임목의 생장을 예측하며, 일반적으로 크기 및 임분변량(임령, 지위지수, 흉고단면적 등)의 함수로 표시된다. 이는 모델을 적용할 때 단목 위치에 대한 정보는 필요치 않다. 정형적으로 이런 모델은 세 가지 기본적인 구성요소를 갖는다.

- 직경생장 변수
  - 수고생장 변수(또는, 흉고직경으로부터 수고를 예측하기 위한 수고-직경간의 관계)
  - 확률론적으로 일반화되거나 생장을 함수로부터 예측이 가능한 고사 변수

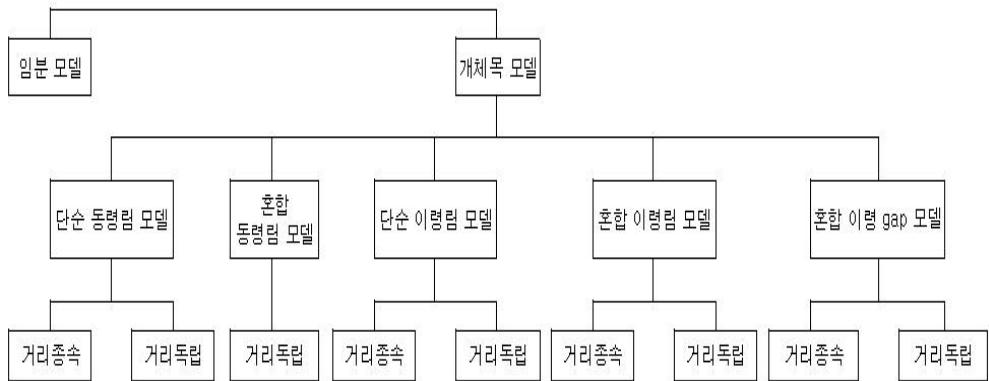
다음은 몇몇 학자들에 의하여 생장모델을 카테고리별로 묶어 구분한 것을 소개하고자 한다.

Munro(1974)에 의한 분류는 많은 분류의 기본과 만날 수 있다. 이 분류는 단순림과 이령림 모두를 포함하고 있다. 여기에서는 산림(단목 또는 전체임분)을 기술하기 위해서 이용되었던 그런 단위에 따라 모델을 기술하고 있다. 그리고 이 세 카테고리는 아직까지 대부분의 분류에 이용되고 있다.



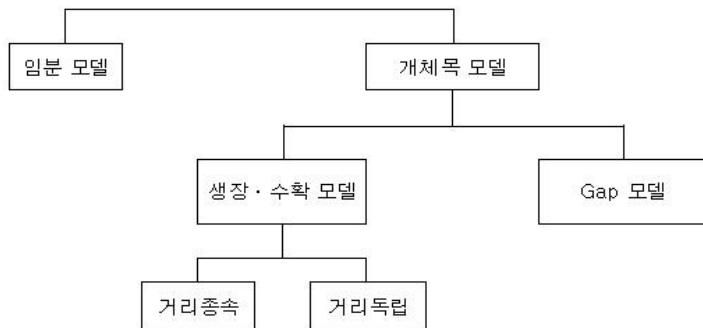
<그림 5-1-19> Munro(1974)에 의한 산림생장모델의 분류

보다 최근에는 모든 기존의 모델형태를 포함할 목적으로 모델이 분류되기도 한다. Shugart (1984)등은 전체임분생장 또는 단목 생장과 같은 단위수준으로 모델을 구분하였으며, 두 번째 단계로 이령림과 동령림을 나누어 모델을 구분하였다. 마지막으로 그는 그림 5-1-20에서 보는 바와 같이 산림의 공간적 관계를 다루었다.



<그림 5-1-20> Shugart(1984)에 의한 산림생장모델의 분류

또 다른 예로는 임분과 단목에 근거한 모델의 두개 카테고리로 구성되는 Liu & Ashton (1995)의 분류가 있다.



<그림 5-1-21> Liu & Ashton (1995)의 임목수준 산림생장모델의 분류

### 1.2.3. 임분생장모델

수많은 생장모델들 중에서 그것들 각각에 채택된 방법들을 시험한다는 것은 불가능하며, 실제 적용시에는 기존의 연구를 바탕으로 각 모델에 대한 일반특성을 고찰

하여 적용을 하여야 할 것이다. 복잡하게 얹힌 조건들을 근거하여 모델은 다음과 같이 크게 3분야로 나눌 수 있으며, 이 분류는 주로 동령립의 대상으로 분류되었으나, 현재까지의 이령립 생장모델 역시 주로 동령립에서 파생되는 것이므로 이 분류의 범주를 크게 벗어나지 않고 있다.

- 전체임분모델(whole stand model)
- 크기급모델(size class model)
- 단목모델(single tree model)

상기와 같이 구분된 모델은 후자(단목모델)는 앞 절에서 설명한 바와 같으며, 전자(전체 임분모델)는 임분에서의 생장모델, 그리고 크기급 모델은 두 모델을 결충한 것이라 보면 된다.

#### 1.2.3.1. 전체임분모델

전체임분모델은 다음과 같은 임분 파라메터를 기본단위로 하는 생장·수확모델이다.

- 흉고단면적
- 임분밀도(본수)
- 임분재적
- 직경분포를 결정하는 파라메터

이런 모델은 임분생장을 시뮬레이터하기 위하여 상대적으로 적은 데이터를 요구하지만, 미래 임분에 대한 많은 양의 일반적 정보를 얻을 수 있다. 미래 임분의 직경분포를 예측하기 위한 모델링 접근법으로는 단순한 것에서부터 아주 정교한 방법까지 다양하게 존재한다.

전체임분모델중 초기 대표적인 것으로 수확표를 들 수 있는데, 수확표는 임령, 지위급에 따라 기대되는 수확량을 표로서 요약해 놓은 것이다. 이는 임령별로 동령립에서의 예측되는 수확량을 표현하며, 수확량 추정의 가장 오래된 접근법중 하나이다. 첫 수확표는 1787년 독일에서 개발되었으며, 이후 100년동안 1000여종 이상의 수확표가 공표되었다. 현대의 수확표는 수확량 뿐만 아니라 임분고, 평균직경, 임목본수, 임분흉고단면적, 연평균재적생장량 등을 포함하고 있다. 수확표는 두 가지로 크게 대별되는데, 이는 정상수확표(normal yield tables)와 가변밀도수확표(variable density yield tables)이다. 실은 이들은 따로따로 구분이 된다기보다 가변밀도수확표와 다른 접근방법을 통한 정상수확표로부터 단목 생장모델까지를 반영하는 것이

라 볼 수 있다.

### 가. 정상수확표

정상수확표는 이상적이거나 완전한 밀도 또는 정상적인 임분에 대하여 임령 및 지위지수별 기대되는 수확량 추정치를 표 형태로 제공하는 것이다. 일반적으로 이 표는 임목 및 임시표본점의 조사 등으로 데이터가 수집된다. 표본점은 여러 입지조건을 반영할 수 있게끔 다양한 임령에서 완전한 밀도 또는 정상적 밀도비를 갖는 위치에 신중하게 설치하게 된다. 단위면적당 표본점 재적은 지위급에 따라 나열되며, 재적값은 임령에 따라 명기된다. 임령에 따른 재적곡선은 그래프 기법을 이용하여 각 지위급별로 그릴 수 있다. 따라서 값은 선택된 지위급과 임령에 대하여 곡선상에서 읽을 수가 있다. 따라서 수확표를 이용함으로서 유사한 임분특성을 갖는 동령림에서의 잠재적인 수확량을 제공받을 수 있으나, 천연림에서는 한 임분에 너무 다양한 임령이 구성되어 있어 만족스러운 결과를 가져오기가 어렵다.

#### - 경험적 수확표

경험적 수확표라는 용어는 모든 수확표가 사실상 특별한 산림 모집단에서의 표본점 조사에 근거를 둔 경험적인 것이므로 잘못된 오기라고 볼 수 있다. 따라서 이는 정상수확표와 유사하다. 이런 표는 보통 완전 또는 정상적 밀도가 존재하는 임분과는 대조적인 평균적 임분에 적용된다. 정상적 임분과는 달리 자료수집이 평균적인 임분에서 얻어진 것이 필요하다. 정상수확표에 비하여 경험적 수확표의 장점은 시업이 이루어지는 산림경영하에서 현실적 수확량을 보다 근접하게 나타내 줄 수 있다는 점이다. 현재의 생장·수확모델링 기법은 정상적 또는 평균적 밀도개념에 의존하지 않는다. 오히려 임분예측시스템의 한 동적인 부분으로서 밀도를 포함하고 있다. 이런 생장모델은 일반적으로 “가변밀도표(또는 식)”라 불리어 진다.

### 나. 가변밀도수확표

많은 가변밀도수확표가 발표되었는데, 이런 표는 많은 수종, 입지, 경영체제에 대하여 5년 간격으로 수고, 단위면적당 임목본수, 평균직경, 임분흉고단면적, 평균간재적, 단위면적당 재적, 평균연년/누적재적생산량 등을 제공한다. 이런 접근법은 혼효림에 응용될 수 있으며, 천연림에 대하여 압축된 표형태의 수확표를 만들 수 있을 것이다. 우세목과 주요 임분의 흉고단면적은 이령림에서 확인될 수 있을 것이다.

생장모델을 구성하는 하나의 축으로 생장함수(또는 식)를 들 수 있는데, 생장함수는 표로 표현되고 평가되지만, 역으로의 표를 식으로 전환할 수는 없다. 식은 생장관

계를 표현하는 축약적 이면서 편리한 방법이다. 생장식은 단목을 식별할 수 없는 데 이터로부터 개발된다. 이런 추정치는 재측정기간에 모든 임목이 현존하고 있는 곳에서는 만족할만한 결과를 가져올 것이다, 갱신 또는 고사와 같이 재측정시 동일한 대상목이 없을 시는 만족스럽지 못할 것이다. 계산은 보통 나무크기의 순위는 변하지 않는다는 가정하에서 이루어진다(즉, 2번째 큰나무는 항상 2번째 큰나무로 남음). 이 가정은 좀처럼 만족할 수가 없고, 이는 단목을 식별할 수 있는 자료를 이용하는 편이 오히려 바람직할 것이다.

### 1.2.3.2. 크기급모델

크기급모델은 모델링의 가장 기본적인 단위를 단목의 크기급을 대상으로 한다. 크기급이라는 용어는 크기가 급을 구성하는데 가장 공통적 기준이 되므로 편리함 때문에 이용이 된다. 다른 기준, 즉 수종, 임령 등도 또한 급을 형성하는데 이용될 것이다. 크기급 접근방법은 전체임분모델과 단목모델간의 절충선이라 보면 된다. 다양한 크기급모델은 전형적인 임분표 예측(stand table projection) 방법에서 그 기원을 찾을 수 있다.

임분표 예측방법은 임분자료에서 직경급에 근거를 두고 동일 크기에 다양한 크기급을 배분시킨다. 그러나 임분은 표준 크기급으로 배분할 필요는 없다. 그것은 임분 특성과 유사하게 임목의 그룹을 형성할 수 있을 것이다. 직경만이 크기급의 기준은 될 수 없으며, 수고도 또한 이용되기도 한다.

#### 가. 임분표 예측 접근방법

임분표는 각각이 다양한 크기급별로 임목본수를 나타내주는 표형태로 요약이 되어 있다. 축적표는 또한 각각이 크기급별 재적(또는 중량)을 표형태로 요약하고 있다. 혼효림에 있어서는 각 수종 또는 수종그룹별에 대한 행열이 있을 것이다. 크기급은 보통 동일크기의 직경급으로 구성된다(즉, 8-10, 10-12.....cm, dbh). 이를 표는 일반적으로 조사 자료를 요약할 때 이용된다. 그리고 혼효림에 대해서 여러 유명한 모델이 개발되었다.

임분표 예측은 동령림 및 이령림의 미래 임분형을 예측하는데 이용되는 가장 오래된 기법중의 하나이다. 이 방법은 추정된 직경생장( 및 고사량)을 표에 입력하여 조정된 현재 임분표로부터 미래 임분표를 예측한다. 유용한 자료에 근거하여 직경생장 추정치는 여러 가지 정보를 획득할 수 있다.

- 추측
- 단순요약표
- 생장량
- 회귀분석

이 방법은 자료의 수가 적고, 계산이 어려울 때 이용된다. 많은 연구자들이 요약된 표본점 자료로부터 진계생장(차기 크기급으로 이동한 임목본수)을 추정하기 위한 단순한 식을 제공한 바 있다. 컴퓨터는 계산의 부담을 덜어 주었고, 임분표는 회귀분석에 의해 준비된 생장식으로 갱신될 것이다. 그러나 “경험에서 나온 추측”은 데이터가 불충분할 때 큰 이점이 될 것이다.

임분표 예측방법에는 3가지의 방법이 이용된다.

- 크기급 경계 방법(the class boundary method)
- 이동율 방법(movement-ratio method)
- Wahlenberg Method

크기급 경계방법은 각 직경급상의 모든 임목이 크기급의 중심점에 위치해 있고, 또한 모든 임목은 그들의 현재 크기와 활력에 관계없이 동일 평균생장율을 갖는다는 그런 가정을 가지고 있다. 그러나 이는 다른 크기급 경계도 있을 수 있고, 일부 적용에 있어 불편한 점이 있을 수 있다. 그리고 직경의 자연적인 생장을 측정할 수가 없으며, 그러기 때문에 예측된 임분은 초기 임분이 가졌던 동일한 수의 크기급을 생각하게 될 것이다.

이동율 방법은 각 직경급에서 임목이 직경급에 있어 동일하게 분포하고 있음과 동일한 생장율을 갖는다는 가정을 가지고 출발하게 된다. 각 직경급에서 “이동율”은 계급 폭과 평균생장량으로 결정되고, 이는 다음 계급으로의 이동되는 임목본수를 가리키게 된다. 단지 몇몇의 임목만이 있는 임분을 예측 하는 데는 일부 임목들의 끝수를 반올림할 것 인가를 결정하면 된다. 대량의 임목이 있는 임분에서는 끝수를 어디에서 받아들여야 할지와 가장 많은 계급에서의 임목 경급분포가 거의 동일하지 않으므로 가장 큰 임목의 예측되는 생장에서 편의를 유도해야 할지를 생각해야 한다. 그러나 이를 양쪽 다 단목생장의 분산을 무시한 것이다.

Wahlenberg 방법은 어느 직경급에서의 생장을 변이를 계산하기 위하여 시도되는 방법이다. 이것은 이동율보다는 실제 임목의 이동을 이용하여 계산되는 방법으로 주로 이령림의 생장변화를 구명하기 위하여 이용된다.

다음은 모델형태별이 아닌 임분을 구성하고 있는 집단내에서 구분해야할 모델, 즉,

동령림과 이령림으로 구분하여 설명하겠다.

### 1.2.3.3. 동령림의 생장모델

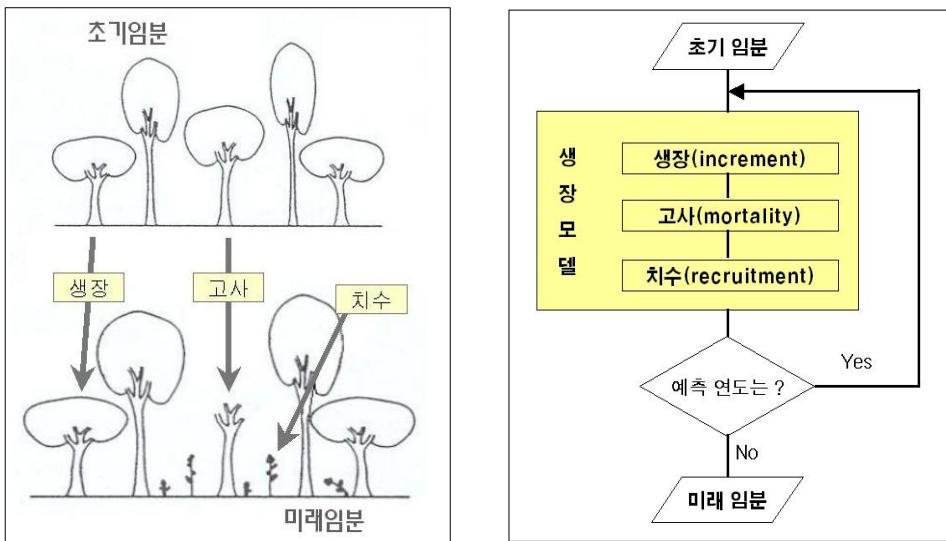
생장예측은 필요에 따라 단기 또는 중장기간의 예측을 요구하며, 생산물과 크기급별로 전체 임분재적 또는 일부 재적을 요구할 수 있다. 다양한 임상조건, 다양한 목적물 및 생장·수확모델 이용자의 요구 등을 생각한다면, 수많은 모델 접근법이 개발되는 것은 하등의 놀랄 일이 아니다. 이런 접근방법에는 특정의 임분재적에서부터 일부 단목에 대한 정보를 제공하는 모델까지 아주 다양하다.

모든 생장모델은 구조적인 복잡성과 자세히 제공되는 수많은 산출물에도 불구하고 다음과 같은 하나의 본질적인 목적을 갖는다.

일정 시점에서의 단위면적당 재적, 흉고단면적,  
임목본수 등과 같은 임분특성의 추정을 제공하기 위하여

동령림에서의 생장식은 수령 및 기타 임분특성의 함수로서 연간 단위면적당 직경, 흉고단면적 또는 재적의 생장을 예측할 수 있으며, 수확식으로는 특정 임령에서 얻게 되는 직경, 임분흉고단면적 또는 전체 재적생산량을 예측할 수 있다.

임분생장 모델은 산림에서 일어나는 자연적인 생장동태를 추상적으로 설명하고 있다고 볼 수 있다. 이는 임분 구조 및 구성상에서 발생하는 3가지 임분상의 환경인자를 갖게 된다. 먼저 직경 또는 흉고단면적과 같은 생장을 들 수 있는데 이는 측정이 쉽고 예측 또한 용이하다. 다음은 자연적인 고사인데, 이는 고사본수, 고사수종, 고사목의 크기 등을 추정하는데 아주 어려움이 있다. 마지막으로는 치수의 발생 및 생장으로서 이 인자는 진계생장(ingrowth, 일정 흉고직경급내로의 생장이 진행되는 것)으로 예측이 가능하며, 일부 모델은 맹아발생으로 치수생장을 시뮬레이터 하여 예측하기도 한다(그림 5-1-22).



<그림 5-1-22> 임분생장모델과 관련된 임분내 환경인자

생장모델은 임분에서 얻게 되는 다양한 조건하에서 생장을 예측할 수 있도록 적절한 수학적 체계로 구축되며, 모델은 다음으로 구성된다.

- 일련의 방정식
- 이러한 식에 포함되는 변수의 수치적인 가치
- 이러한 식을 연결하기 위한 논리의 필요성
- 모델을 구축하기 위해 요구되는 컴퓨터 코드

임분생장모델에 있어 그 밖의 어려운 것은 개개목의 공간적 위치, 그들의 직경, 수고 및 수관크기 등을 모델화해야 한다는 복잡성을 들 수 있다. 이런 모델은 목재의 질을 나타내거나, 합판 또는 제재목의 생산량을 예측할 수 있는 시뮬레이터로의 전환을 할 수도 있을 것이다.

#### 1.2.3.4. 이령림의 생장모델

많은 임령을 갖는 임목으로 구성되는 집단을 소위 이령림이라 부르며, 이령림에 있어서는, 수관층에 있어 임목들은 수고가 다르며, 수직적인 크기에 있어 비정규적인 임분형상을 갖는다. 작은 면적의 이령림에 대한 직경분포는 현저할만하게 아주 큰 비정규성을 나타낼 것이다. 이런 유형의 산림은 임령, 크기, 수종 분포의 변이 때문

예, 평균 임령, ha당 평균 임목 수, 평균 수간 크기 또는 ha당 평균 재적, 표준편차와 같은 변수는 모집단을 설명하기에 부족하다. 이러한 산림에서는 보통 각 수종별로 비정규 분포에 기초한 더욱 복잡한 자료가 요구되며, 가장 일반적인 것이 직경 또는 흉고단면적 빈도와 재적빈도이다.

Murphy & Farrar(1982) 등에 의하면 이령림은 다음의 특성을 갖는다고 언급한 바 있다.

(1) 다양한 직경급, (2) 밀도(일반적으로 흉고단면적으로 표현)

그리고 (3) 한 직경급과 이동 직경급간의 임목본수 비율  $q$

이령임분의 구조는 각 단목의 수령, 수종, 공간적 분포에 따라 그 구조특성이 동령 단순림과 비슷할 수도 혹은 아주 다를 수도 있다.

기존의 나무들이 생장하면서 새로운 개체들이 종자발아, 움 등에 의해 발생하고, 이들의 일부는 간벌, 택벌 등 간섭에 의해 발생한 생육공간을 점하면서 좀 더 빠른 생장을 하게 된다. 이러한 일반적인 과정은 제한된 생육공간에 대한 경쟁과정으로 볼 수 있으며, 새로 형성된 영계(齡階)의 나무는, 기존의 영계의 나무들에 의한 영향이 더 있다는 것을 제외하고는, 동령림과 유사한 발달형태를 보인다. 일단 교란에 의해 발생한 생육공간이 다시 채워진 이후에는 새로운 단목의 활착은 극히 어렵다. 그 다음 단계에는 제한된 전체 생육공간 내에서의 경쟁의 결과로 어떤 단목들은 점차 생육공간을 넓혀나가는 반면 어떤 단목들은 좁아지게 된다.

### 가. 이령림 생장모델의 전개

초기 그림형태의 모델로부터 발달하여 고도로 정밀하게 변화된 컴퓨터 모델까지 생장모델은 아직까지도 산림경영의 중요한 도구로 자리매김 하고 있다. 지난 세기의 생장모델에서 4가지 중요한 발전이 있었다. (1) 동령림의 단순한 임상에서 혼효이령림으로의 조림적 초점의 이동, (2) 모델에 있어 인과관계에서 혼합적인 생장에의 관심, (3) 생장·수확뿐만 아니라 산림경영 목적의 변화, (4) 컴퓨터 활용성의 증대 등.

이령림에 대한 모델의 발전은 20세기의 절반이 지나던 때에 수학표의 형식으로 시작되었다. 1949년에 Wiedemann은 동령으로 된 가문비와 너도밤나무 혼효이령림에 대한 수학표를 구축하였다. 그러나 많은 적용은 되지 않았는데, 수많은 임분동태에서의 변이와 자료의 부족이 그 원인이 되었으며, 이가 바로 적용에 제한을 받은 것이다. 단지 두 수종이 혼효될 때를 고려하더라도 가능한 임분 구성요소는 아주 많아

질 것이다. 포함되는 수종을 제쳐두고라도 임분은 혼효, 임분기원(식재 또는 천연갱신), 식재형태 및 여러 작용에 영향 받는 입지조건에 따라 수종간에 기여하는 차이가 있을 것이다(Holmes and Reed, 1991; Larson, 1992; Bartelink, 1999). 그럼에도 불구하고 이령림에 대한 모델의 수요는 1970년대 후반부터 급속도로 증가하고 있다(Pretzsch, 1999). 이령림에 대하여 모델은 크게 두 가지 층적을 가져왔는데, 그것은 새로운 경험적 생장수학모델과 기계적인 생장모델이다. 후자의 것은 경험적인 기술보다는 인과관계를 이용하여 생장조건과 수종에 기초해서 생장을 추정하는 모델이다(Jarvis and Leverenz, 1983; Landsberg, 1986).

#### 나. 이령림 생장모델의 접근방법

이령림을 시뮬레이터하기 위하여 모델가들이 처음 직면하는 것은 첫 시작점으로 전통적이고 경험적인 수학표 어느 것이냐 하는 점이다(Wiedemann, 1949). 또한 보다 최근에 경험적인 접근방법은 이령림을 모델화하기 위해 선택되고 있다(Alimi and Barrett, 1977; Deusen and Biging, 1985). 그 사이에 부분적으로 컴퓨터 성능의 발전, 모델의 공간적 분석의 증대, 그리고 최근에 개발된 경험적 생장·수학 모델은 대부분 단목 수준이며, 또한 직경생장으로 생장을 설명하고 있다(Bizing and Dobbertin, 1995). 경험적 접근방법의 주요한 결점은 경험적 연관성의 한계적 유효성에 기인한 모델의 제한적 적용성에 있다. 1980년대에 산림생장을 시뮬레이터하기 위한 수종과 생장조건에 기초한 기계적인 모델이 개발되어 졌으며, 초기에는 단지 이령림에 대하여만 연구되었다.

최근에는 이령림에 기계적 방법을 적용하고자 하는 시도가 이루어지고 있다. Kramer (1995)는 수종간의 경쟁에서 생물계절학(phenology)의 규칙을 연구하면서 혼효림에 대한 일반적인 탄소균형 모델을 개발하였다. 이 모델은 처음에 기후변화 측면에서의 연구를 위하여 개발되어 졌다. Szwagrzyk (1997) 와 Bartelink (1998)에 의한 모델은 보다 산림경영 쪽으로 이슈를 맞추고 있다. 이들 모델은 기계적 관계를 포함하면서도 강력히 임목의 상대생장 쪽으로도 기능을 갖고 있다. 그들은 임목수준의 시뮬레이션 접근방법과 기능적인 연관관계를 조합시켰다. 여기에서의 주요한 결점은 아주 많은 양(자세하면서도 생태-물리사회학적 자료까지)의 자료가 필요하다는 것이다. 결과로서 이런 모델에서의 인과관계가 아직 기술되고 있다. 이런 모델은 원칙적으로 산림경영보다는 연구측면에서 응용이 더 적합할 것이다.

다음 표는 경험적 모델과 기계적 모델간의 특징을 서로 비교한 것이다.

<표 5-1-13> 경험적 모델과 기계적 모델간의 비교

이용자	경험적 모델	기계적 모델
	임업전문가, 경영자	대학 등 연구자
산림경영	높음	낮음
연구	중간	높음
서비스 제공	좋음	낮음
예측기간	단기간	장기간
복잡성	낮음 ~ 높음	높음
융통성	중간	낮음
모델 변수	적음 ~ 많음	많음
표준지	많음	없음 ~ 극히 적음
측정인자	지위지수, 임분특성	온도, 광선, 물, 양분 및 방해

## 1.2.4. 생장모델링의 어려운 점

### 1.2.4.1. 이령림 연구와 집중력의 문제

동령림 경영의 연구는 독일과 오스트리아에서 많은 연구가 수행되었으며, 이령림 경영에 대한 이론은 프랑스와 스위스에서 연구가 진행 되었다고 볼 수 있다. 비록 남부 Arkansas에서의 loblolly-shortleaf 소나무임분에 대한 이령림의 조림적 시스템의 개발과 1930년대 초 Lake주의 북방활엽수림에서의 이령림연구 등이 있었으나, 이들 이령림 경영은 단순히 동령림 이론을 따른 것에 불과하였다(Hann & Bare, 1979; Baker et al., 1996). 결론적으로 이령림만의 유일한 시스템의 개발은 일부 생태계에 대하여 극히 제한되어 연구되어 졌다고 볼 수 있다.

### 1.2.4.2. 자료와 실험 문제

생장수확모델이 현재의 산림축적을 알고자 이용되거나, 조림적 시업효과 방법을 평가하기 위해 사용된다면, 산림자원조사 자료와 실험 또는 연구자료가 필요할 것이다. 그러나 역사적으로 이령림 모델링을 위한 유용한 자료는 특정 산림형에 국한되었다고 언급한 바 있다. 비록 산림캡모델(Forest gap models)이 20년 이전에 이미 이

용되었지만(Botkin et al., 1972; Shugart & West, 1977; Shugart & Smith, 1996), 적절한 자료의 수집이 어려웠기 때문에 자료에 대한 검정을 거의 할 수가 없었다. 실험의 결론은 이령림에 있어 일반적으로 참고할 수 있는 시스템의 부족과 이러한 임문구조를 기술할 수 있는 기본적인 방법의 부족에서 그 원인을 찾을 수 있다. 그럼에도 불구하고 이령림에서의 표본추출절차와 자료수집에 대한 최근의 성취는 미래 모델개발, 계산 및 검정을 증진시키는데 일조할 것임에 틀림이 없다.

#### 1.2.4.3. 기타 모델링 이론 접근 문제

동령림에서 이용되는 임령과 지위지수와 같은 일부 변수들은 이령림에 직접적으로 적용할 수가 없다. 이령림은 임령에 있어 현저할만하게 다르게 구성되므로 임령은 생장 및 수확을 예측하는데 유용하지가 않다. 게다가 임령변수인 지위지수를 이용하는 지위평가는 내성이 강한 수종에 있어 재생산을 고려할 때 초기 억압으로 인한 생장저조로 그 결과가 문제시 된다.

변수로서 임령이나 지위지수를 이용하는 생장수확모델은 미국의 이령림 분석을 위해 제안되었다 : PRONOSIS, FREP, STEM, TWIGS, PP-MASAM, PROGNAUS 등. 그러나 사실 이령림에서 개발된 모델링 기법은 동령림에서 응용될 수밖에 없는 실정이다.

### 1.3. 임목 자원 평가

현재 우리의 산림은 자원이 성숙화됨에 따라 기준에 분석된 유령(幼齡)단계가 아닌 현실림에 대한 정확한 재적 및 수확량 등에 대한 분석·평가·예측이 필요하고, 또한 경영정책이 다양해지고 있는 시점에서 이를 목적에 부합되는 정보를 제공할 필요가 있으며, 또한 각종 사업의사결정을 지원하는 사용자 중심의 평가시스템 구축이 요구되고 있다.

세계적으로도 산림을 다목적, 다자원적으로 인식함에 따라 산림경영의 패러다임을 지속가능한 산림경영(SFM)으로 삼아 기준과 지표 및 시행, 모니터링에 대하여 활발한 활동과 많은 연구가 수행되고 있다. 우리나라에서도 SFM 개념은 도입되었지만, 이행단계는 아니며, 현지이행을 위하여 다각적인 연구수행 단계에 있다.

이러한 산림경영 목적과 경영 패러다임의 급진적 변화에 대응하고, 앞서 밝힌 바

있듯이 현재 산림자원의 정확한 평가·예측을 통한 추후 산림정책 정립과 경영자 의사결정을 지원할 수 있도록 산림과학원에서는 지난 1998~2003년에 걸쳐 주요 수종 별로 단목 및 임분자원에 대한 평가·예측시스템을 구축하게 되었는 바, 이를 요약하면 다음과 같다.

### 1.3.1. 단목 평가

#### 1.3.1.1. 평가 필요성

우리나라의 단목 평가 체계는 주로 지난 1960년대 이후 70년대까지의 현지자료를 대상으로 구축되었기 때문에 40년 이상이 지난 현실림에 적용하기가 어려운 실정이다. 이에 현장에서 재적에 대한 오류를 가져와 논란거리가 되었으며, 현장 실무자 또는 의사결정자 입장에서는 현실림을 제대로 반영할 수 있는 정보를 요구하게 되었다. 또한 기존의 임목거래 단위가 재적이었던 것을 중량단위로의 정보까지 요구하게 되어 이에 대한 연구가 시작되어 다양한 정보를 제공할 수 있는 시스템이 구축되었다.

단목을 평가하는 체계는 크게 두 가지로 구분되는데, 첫 번째는 재적에 대한 평가, 두 번째는 중량에 대한 평가이다. 먼저 산림과학원에서 1998년~2001년까지 강원지방소나무 등 주요 8개 수종을 대상으로 단목의 재적을 평가한 체계는 기존의 재적표 조제시와는 아주 다른 방법인 수간곡선식을 이용하는 방법이 특징적이라 볼 수 있다. 그리고 단목 중량의 평가는 국내에서 지금까지 이에 대한 어떠한 정보도 주지 못한 것에 대한 새로운 정보라는 사실이 중요하며, 분석은 중량추정식, 이용율추정식 등을 이용하였다.

#### 1.3.1.2. 평가 방법

##### 가. 단목 분석체계

###### (1) 재적

- ① 단목의 수고, 흉고직경, 부위별 직경 측정
- ② DB구축
- ③ Data screening
- ④ 최적 수간곡선식 도출

- ⑤ 수피두께 추정식 도출 ← 수피제외 재적 계산시 이용
- ⑥ 최적 수간곡선식에 의한 단목 수간재적 및 이용재적 계산
  - 수간곡선식에 의한 수간고별 직경 산출
  - 수간을 10cm 간격으로 임의 절단
  - 절단부위를 Smalian식으로 계산 및 전체 합산(수간재적)
  - 이용재적은 말구직경을 6cm, 9cm, 12cm... 등으로 나누어 계산하고, 수피두께 추정식을 이용하여 수피를 포함하는 재적과 수피를 포함하지 않는 재적으로 구분하여 각각 계산
- ⑦ 재적표 조제

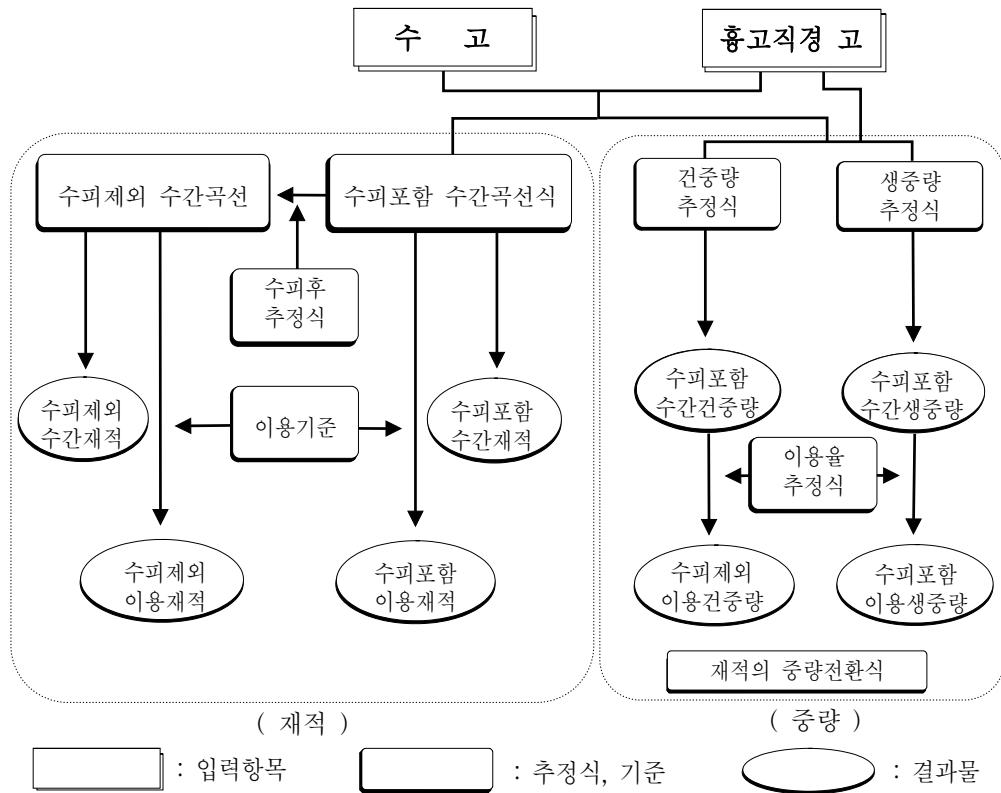
### (2) 중량

- ① 단목의 수고, 흉고직경, 수간생 · 건중량 측정
- ② DB구축
- ③ Data screening
- ④ 단목 수간생 · 건중량 추정식 도출
- ⑤ 이용율(merchantability) 계산 ← 이용생 · 건중량 도출시 이용
- ⑥ 중량표 조제

### (3) 재적의 중량 전환

- ① 재적과 중량간 1차식 또는 지수식 개발
- ② 식을 이용한 재적의 중량 전환
- ③ 전환표 조제

#### (4) 분석 체계도



<그림 5-1-23> 단목 평가를 위한 분석 체계

#### 나. 단목 평가에 대한 성과

##### (1) 재적 정보

재적에 대한 정보는 다음 “재적 · 중량표”내에 수피포함 수간재적, 수피제외 수간재적, 수피포함 이용재적, 수피제외 이용재적을 제공하며, 이용재적의 경우는 말구직경을 우선적으로 6cm를 작용하였으나, 시스템 상으로 이용자가 자유롭게 정하도록 구축하여 편이성을 도모하였다. 다음 그림 및 표는 재적, 중량표와 자료를 일부 예시한 것이다.

재적 · 중량표는 2001년 산림과학원의 자료 분석 및 결과 도출, 그리고 산림청에서의 현지적용 검토, 책자 인쇄, 현지 보급 및 이용 등 체계적으로 구축된 경영 표로서, 적개는 15년 많게는 약 30년전에 구축되었던 재적에 대한 평가체계를 바꾼 것이다.

산림청 홈페이지  
<http://www.foa.go.kr>

## 材積·重量表 (立木 및 原木)



山 林 廳

<그림 5-1-24> 재적·중량표

<표 5-1-14> 강원지방소나무 수피포함 수간재적표

Height	DBH													
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
5	0.0039	0.0081	0.0136	0.0203	0.0281	0.0371	0.0472	0.0584	0.0707	0.0841	0.0985	0.1139	0.1305	0.1480
6	0.0047	0.0098	0.0163	0.0244	0.0338	0.0447	0.0568	0.0703	0.0851	0.1012	0.1185	0.1372	0.1570	0.1782
7	0.0055	0.0114	0.0191	0.0285	0.0395	0.0522	0.0664	0.0822	0.0995	0.1183	0.1386	0.1604	0.1836	0.2083
8	0.0063	0.0131	0.0218	0.0326	0.0452	0.0597	0.0760	0.0941	0.1139	0.1354	0.1586	0.1835	0.2102	0.2385
9	0.0071	0.0147	0.0246	0.0367	0.0509	0.0673	0.0856	0.1059	0.1282	0.1525	0.1786	0.2067	0.2367	0.2686
10	0.0079	0.0163	0.0273	0.0408	0.0566	0.0748	0.0952	0.1178	0.1426	0.1695	0.1986	0.2299	0.2632	0.2987
11	0.0087	0.0180	0.0301	0.0449	0.0623	0.0823	0.1047	0.1296	0.1569	0.1866	0.2186	0.2530	0.2898	0.3288
12	0.0095	0.0196	0.0328	0.0490	0.0680	0.0898	0.1143	0.1415	0.1713	0.2037	0.2386	0.2762	0.3163	0.3589
13	0.0103	0.0213	0.0356	0.0531	0.0737	0.0973	0.1239	0.1533	0.1856	0.2207	0.2586	0.2993	0.3428	0.3891
14	0.0111	0.0229	0.0383	0.0572	0.0794	0.1048	0.1334	0.1652	0.1999	0.2378	0.2786	0.3225	0.3693	0.4191
15	0.0119	0.0245	0.0411	0.0613	0.0851	0.1124	0.1430	0.1770	0.2143	0.2548	0.2986	0.3456	0.3958	0.4492
16	0.0127	0.0262	0.0438	0.0654	0.0908	0.1199	0.1526	0.1888	0.2286	0.2719	0.3186	0.3688	0.4223	0.4793
17	0.0135	0.0278	0.0466	0.0695	0.0965	0.1274	0.1621	0.2007	0.2430	0.2889	0.3386	0.3919	0.4489	0.5094
18	0.0143	0.0294	0.0493	0.0736	0.1022	0.1349	0.1717	0.2125	0.2573	0.3060	0.3586	0.4150	0.4754	0.5395
19	0.0151	0.0311	0.0520	0.0777	0.1078	0.1424	0.1813	0.2244	0.2716	0.3230	0.3786	0.4382	0.5019	0.5696
20	0.0159	0.0327	0.0548	0.0818	0.1135	0.1499	0.1908	0.2362	0.2860	0.3401	0.3986	0.4613	0.5284	0.5997
21	0.0166	0.0344	0.0575	0.0859	0.1192	0.1574	0.2004	0.2480	0.3003	0.3571	0.4185	0.4844	0.5549	0.6297
22	0.0174	0.0360	0.0603	0.0900	0.1249	0.1649	0.2099	0.2599	0.3146	0.3742	0.4385	0.5076	0.5814	0.6598
23	0.0182	0.0376	0.0630	0.0941	0.1306	0.1724	0.2195	0.2717	0.3290	0.3912	0.4585	0.5307	0.6078	0.6899
24	0.0190	0.0393	0.0658	0.0982	0.1363	0.1799	0.2291	0.2835	0.3433	0.4083	0.4785	0.5538	0.6343	0.7200
25	0.0198	0.0409	0.0685	0.1023	0.1420	0.1875	0.2386	0.2954	0.3576	0.4253	0.4985	0.5770	0.6608	0.7500

<표 5-1-15> 강원지방소나무 수피제외 수간재적표

Height	DBH													
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
5	0.0032	0.0068	0.0116	0.0176	0.0246	0.0327	0.0419	0.0522	0.0634	0.0757	0.0890	0.1033	0.1186	0.1349
6	0.0038	0.0082	0.0139	0.0211	0.0296	0.0394	0.0504	0.0627	0.0763	0.0910	0.1070	0.1242	0.1426	0.1623
7	0.0045	0.0095	0.0163	0.0246	0.0345	0.0460	0.0589	0.0733	0.0891	0.1064	0.1251	0.1452	0.1667	0.1897
8	0.0051	0.0109	0.0186	0.0282	0.0395	0.0526	0.0674	0.0838	0.1020	0.1217	0.1431	0.1662	0.1908	0.2171
9	0.0057	0.0123	0.0209	0.0317	0.0445	0.0592	0.0758	0.0944	0.1148	0.1371	0.1612	0.1871	0.2149	0.2445
10	0.0064	0.0136	0.0233	0.0352	0.0494	0.0658	0.0843	0.1049	0.1276	0.1524	0.1792	0.2081	0.2390	0.2719
11	0.0070	0.0150	0.0256	0.0388	0.0544	0.0724	0.0928	0.1155	0.1405	0.1677	0.1972	0.2290	0.2630	0.2993
12	0.0077	0.0164	0.0280	0.0423	0.0594	0.0790	0.1013	0.1260	0.1533	0.1831	0.2153	0.2500	0.2871	0.3266
13	0.0083	0.0177	0.0303	0.0459	0.0643	0.0856	0.1097	0.1366	0.1661	0.1984	0.2333	0.2709	0.3111	0.3540
14	0.0089	0.0191	0.0326	0.0494	0.0693	0.0923	0.1182	0.1471	0.1790	0.2137	0.2514	0.2919	0.3352	0.3814
15	0.0096	0.0205	0.0350	0.0529	0.0743	0.0989	0.1267	0.1577	0.1918	0.2290	0.2694	0.3128	0.3593	0.4088
16	0.0102	0.0218	0.0373	0.0565	0.0792	0.1055	0.1352	0.1682	0.2046	0.2444	0.2874	0.3337	0.3833	0.4362
17	0.0109	0.0232	0.0396	0.0600	0.0842	0.1121	0.1436	0.1788	0.2175	0.2597	0.3054	0.3547	0.4074	0.4636
18	0.0115	0.0246	0.0420	0.0635	0.0891	0.1187	0.1521	0.1893	0.2303	0.2750	0.3235	0.3756	0.4314	0.4910
19	0.0121	0.0259	0.0443	0.0671	0.0941	0.1253	0.1606	0.1999	0.2431	0.2904	0.3415	0.3966	0.4555	0.5183
20	0.0128	0.0273	0.0466	0.0706	0.0991	0.1319	0.1690	0.2104	0.2560	0.3057	0.3595	0.4175	0.4796	0.5457
21	0.0134	0.0287	0.0490	0.0742	0.1040	0.1385	0.1775	0.2209	0.2688	0.3210	0.3776	0.4384	0.5036	0.5731
22	0.0141	0.0300	0.0513	0.0777	0.1090	0.1451	0.1860	0.2315	0.2816	0.3363	0.3956	0.4594	0.5277	0.6005
23	0.0147	0.0314	0.0536	0.0812	0.1140	0.1517	0.1944	0.2420	0.2944	0.3516	0.4136	0.4803	0.5517	0.6278
24	0.0153	0.0328	0.0560	0.0848	0.1189	0.1583	0.2029	0.2526	0.3073	0.3670	0.4316	0.5012	0.5758	0.6552
25	0.0160	0.0341	0.0583	0.0883	0.1239	0.1649	0.2114	0.2631	0.3201	0.3823	0.4497	0.5222	0.5998	0.6826

<표 5-1-16> 강원지방소나무 수피포함 이용재적표(말구직경 6cm)

Height	DBH												
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
5	0.0017	0.0084	0.0152	0.0226	0.0308	0.0399	0.0499	0.0608	0.0725	0.0852	0.0987	0.1132	0.1285
6	0.0022	0.0104	0.0187	0.0278	0.0379	0.0491	0.0613	0.0747	0.0892	0.1048	0.1215	0.1393	0.1581
7	0.0027	0.0124	0.0223	0.0331	0.0450	0.0583	0.0728	0.0887	0.1059	0.1244	0.1442	0.1654	0.1879
8	0.0032	0.0144	0.0258	0.0383	0.0521	0.0675	0.0843	0.1027	0.1226	0.1441	0.1671	0.1916	0.2176
9	0.0037	0.0164	0.0294	0.0435	0.0593	0.0767	0.0958	0.1167	0.1394	0.1638	0.1899	0.2178	0.2474
10	0.0043	0.0184	0.0329	0.0488	0.0664	0.0859	0.1074	0.1308	0.1561	0.1835	0.2128	0.2440	0.2772
11	0.0048	0.0204	0.0365	0.0540	0.0735	0.0951	0.1189	0.1448	0.1729	0.2032	0.2356	0.2702	0.3070
12	0.0053	0.0225	0.0400	0.0593	0.0807	0.1044	0.1304	0.1589	0.1897	0.2229	0.2585	0.2965	0.3368
13	0.0058	0.0245	0.0436	0.0645	0.0878	0.1136	0.1420	0.1729	0.2065	0.2426	0.2814	0.3227	0.3667
14	0.0064	0.0265	0.0472	0.0698	0.0950	0.1228	0.1535	0.1870	0.2233	0.2624	0.3043	0.3490	0.3965
15	0.0069	0.0285	0.0507	0.0751	0.1021	0.1321	0.1650	0.2010	0.2401	0.2821	0.3272	0.3753	0.4264
16	0.0074	0.0305	0.0543	0.0803	0.1093	0.1413	0.1766	0.2151	0.2569	0.3018	0.3501	0.4015	0.4562
17	0.0079	0.0326	0.0578	0.0856	0.1164	0.1506	0.1881	0.2292	0.2737	0.3216	0.3730	0.4278	0.4861
18	0.0085	0.0346	0.0614	0.0908	0.1235	0.1598	0.1997	0.2432	0.2905	0.3413	0.3959	0.4541	0.5160
19	0.0090	0.0366	0.0650	0.0961	0.1307	0.1690	0.2112	0.2573	0.3073	0.3611	0.4188	0.4804	0.5459
20	0.0095	0.0386	0.0685	0.1014	0.1379	0.1783	0.2228	0.2714	0.3241	0.3809	0.4417	0.5067	0.5757
21	0.0101	0.0407	0.0721	0.1066	0.1450	0.1875	0.2343	0.2855	0.3409	0.4006	0.4646	0.5330	0.6056
22	0.0106	0.0427	0.0757	0.1119	0.1522	0.1968	0.2459	0.2995	0.3577	0.4204	0.4876	0.5593	0.6355
23	0.0111	0.0447	0.0792	0.1172	0.1593	0.2060	0.2575	0.3136	0.3745	0.4401	0.5105	0.5856	0.6654
24	0.0116	0.0467	0.0828	0.1224	0.1665	0.2153	0.2690	0.3277	0.3913	0.4599	0.5334	0.6119	0.6953
25	0.0122	0.0487	0.0864	0.1277	0.1736	0.2245	0.2806	0.3418	0.4081	0.4796	0.5563	0.6382	0.7252

<표 5-1-17> 강원지방소나무 수피제외 이용재적표(말구직경 6cm)

Height	DBH												
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
5	0.0013	0.0072	0.0134	0.0201	0.0277	0.0360	0.0453	0.0554	0.0663	0.0782	0.0908	0.1044	0.1188
6	0.0017	0.0089	0.0164	0.0247	0.0339	0.0442	0.0555	0.0679	0.0814	0.0959	0.1115	0.1282	0.1459
7	0.0021	0.0106	0.0195	0.0293	0.0402	0.0524	0.0658	0.0805	0.0965	0.1137	0.1322	0.1520	0.1730
8	0.0024	0.0123	0.0225	0.0339	0.0465	0.0605	0.0761	0.0931	0.1115	0.1315	0.1529	0.1758	0.2002
9	0.0028	0.0140	0.0256	0.0384	0.0528	0.0687	0.0863	0.1056	0.1266	0.1493	0.1736	0.1997	0.2273
10	0.0032	0.0157	0.0287	0.0430	0.0590	0.0769	0.0966	0.1182	0.1417	0.1671	0.1944	0.2235	0.2545
11	0.0036	0.0173	0.0317	0.0476	0.0653	0.0851	0.1069	0.1308	0.1568	0.1849	0.2151	0.2473	0.2817
12	0.0040	0.0190	0.0348	0.0522	0.0716	0.0933	0.1172	0.1434	0.1719	0.2027	0.2358	0.2712	0.3089
13	0.0044	0.0207	0.0378	0.0568	0.0779	0.1015	0.1275	0.1560	0.1870	0.2205	0.2566	0.2951	0.3361
14	0.0048	0.0224	0.0409	0.0613	0.0842	0.1096	0.1378	0.1686	0.2021	0.2384	0.2773	0.3189	0.3633
15	0.0052	0.0241	0.0440	0.0659	0.0905	0.1178	0.1481	0.1812	0.2172	0.2562	0.2981	0.3428	0.3905
16	0.0056	0.0258	0.0470	0.0705	0.0968	0.1260	0.1584	0.1938	0.2324	0.2740	0.3188	0.3667	0.4177
17	0.0060	0.0275	0.0501	0.0751	0.1031	0.1342	0.1687	0.2064	0.2475	0.2919	0.3395	0.3906	0.4449
18	0.0064	0.0292	0.0532	0.0797	0.1094	0.1424	0.1790	0.2190	0.2626	0.3097	0.3603	0.4144	0.4721
19	0.0068	0.0309	0.0562	0.0843	0.1156	0.1506	0.1893	0.2316	0.2777	0.3275	0.3811	0.4383	0.4993
20	0.0072	0.0326	0.0593	0.0889	0.1219	0.1588	0.1996	0.2442	0.2928	0.3454	0.4018	0.4622	0.5265
21	0.0075	0.0343	0.0624	0.0934	0.1282	0.1670	0.2099	0.2568	0.3079	0.3632	0.4226	0.4861	0.5537
22	0.0079	0.0360	0.0654	0.0980	0.1345	0.1752	0.2202	0.2694	0.3231	0.3810	0.4433	0.5100	0.5809
23	0.0083	0.0377	0.0685	0.1026	0.1408	0.1834	0.2305	0.2821	0.3382	0.3989	0.4641	0.5338	0.6081
24	0.0087	0.0394	0.0716	0.1072	0.1471	0.1916	0.2408	0.2947	0.3533	0.4167	0.4848	0.5577	0.6354
25	0.0091	0.0411	0.0746	0.1118	0.1534	0.1998	0.2511	0.3073	0.3684	0.4345	0.5056	0.5816	0.6626

## (2) 중량 정보

중량에 대한 정보는 수피포함 전체생중량, 수피포함 전체건중량, 수피포함 이용생중량, 수피체외 이용건중량을 제공하며, 이용중량의 경우는 말구직경을 우선적으로 6cm를 작용하였으나, 시스템 상으로 이용자가 자유롭게 정하도록 구축하여 편이성을 도모하였다. 다음은 이들 중량표에 대한 자료를 일부 예시한 것이다.

<표 5-1-18> 강원지방소나무 수피포함 전체생중량표

Height	DBH												
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
NA*	22	32	48	69	97	132	172	218	271	330	395	466	543
6	10	16	22	30	39	48	58	69	80	92	104	118	131
8	14	23	32	43	55	69	83	98	114	132	150	169	188
10	19	30	43	57	73	91	110	130	151	174	198	223	249
12	24	37	54	72	92	114	138	163	190	219	249	280	313
14	29	45	65	87	111	138	167	198	231	265	302	340	380
16	34	54	77	103	132	163	197	234	272	313	356	401	449
18	39	62	89	119	153	189	229	271	316	363	413	465	520
20	45	71	101	136	174	216	261	309	360	414	471	531	593
22	50	80	114	153	196	243	294	348	406	467	531	598	668

\* NA: 흉고직경만으로 중량정보를 알고 싶을 때 적용

<표 5-1-19> 강원지방소나무 수피포함 전체건중량표

Height	DBH												
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
NA	14	15	19	27	38	52	70	91	115	143	174	209	246
6	4	6	9	12	15	19	23	28	33	38	43	49	55
8	5	9	13	17	22	28	34	40	47	55	63	71	80
10	7	12	17	23	30	37	45	54	63	73	83	95	106
12	9	15	21	29	37	47	57	68	80	92	106	119	134
14	11	18	26	35	46	57	69	83	97	112	129	146	164
16	13	21	31	42	54	68	82	98	115	134	153	173	194
18	15	25	36	49	63	79	96	114	134	155	178	201	226
20	17	28	41	56	72	90	110	131	154	178	203	230	259
22	20	32	46	63	81	102	124	148	174	201	230	260	292

<표 5-1-20> 강원지방소나무 수피포함 이용생중량표 (말구직경 6cm)

Height	DBH												
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
NA	-	20	35	55	80	111	148	190	238	291	350	414	484
6	-	10	16	24	32	40	50	60	70	81	93	105	117
8	-	14	24	34	46	58	71	85	100	116	133	150	168
10	-	18	31	45	60	77	94	113	133	154	175	198	222
12	-	23	39	57	76	96	118	142	167	193	220	249	279
14	-	28	47	69	92	117	144	172	202	234	267	302	338
16	-	33	56	81	109	138	170	203	239	276	316	357	400
18	-	38	65	94	126	160	197	236	277	320	366	414	463
20	-	44	74	107	144	183	224	269	316	365	418	472	529
22	-	49	83	121	162	206	253	303	356	412	470	532	596

<표 5-1-21> 강원지방소나무 수피제외 이용건중량표 (말구직경 6cm)

Height	DBH												
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
NA	-	10	16	23	34	48	66	86	110	137	167	200	236
6	-	4	7	10	14	18	22	26	31	36	41	47	53
8	-	6	10	15	20	26	32	38	45	52	60	68	76
10	-	8	14	20	27	34	42	51	60	70	80	91	102
12	-	10	17	25	34	44	54	65	76	88	101	114	128
14	-	12	21	31	42	53	65	79	93	107	123	139	157
16	-	14	25	37	49	63	78	93	110	128	146	166	186
18	-	17	29	43	57	73	90	109	128	148	170	193	216
20	-	19	33	49	66	84	103	124	147	170	195	221	248
22	-	22	38	55	74	95	117	141	166	192	220	249	280

### (3) 재적의 중량전환표

일반적으로 우리가 가장 쉽게 측정하고 접할 수 있는 수간재적을 개발된 전환식으로 중량전환하여 이용함은 시간적, 경비상으로 효율적인 일이다. 다음 표는 수간재적 또는 이용재적을 몇 가지 중량단위로 바꾼 표이다.

<표 5-1-22> 강원지방소나무 재적의 중량 전환표

(단위 : 재적 m<sup>3</sup>, 중량 kg)

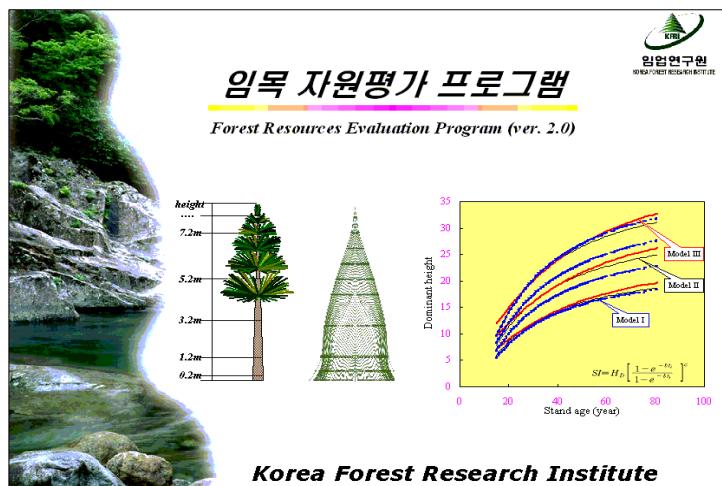
수간재적	건중량	생중량	이용재적	이용건중량	이용생중량
0.1	40.1	93.2	0.1	41.8	104.5
0.5	200.6	466.0	0.5	209.0	522.7
1.0	401.1	932.0	1.0	417.9	1045.3
1.5	601.7	1398.0	1.5	626.9	1568.0
2.0	802.2	1864.0	2.0	835.8	2090.6

#### (4) 단목자원 평가 프로그램

단목자원 평가 프로그램은 이용자가 단목 측정으로 재적 및 중량 등에 대한 정보를 신속히 제공받을 수 있으며, 또한 실무자는 간단한 입력변수로 단목에 대한 다양한 정보를 제공받아, 이로서 산림경영 의사결정에 도움을 주고자 하였다. 프로그램의 구성은 다음과 같으며, 프로그램은 산림청 홈페이지에 게시되어 있으며, 임업관련기관, 실무자, 경영인 및 일반국민 누구나 다운받아 이용할 수 있도록 하였다.

<표 5-1-23> 프로그램 구성

구 분	내 용
이용 프로그램	- Visual Basic
프로그램 형식	- 풀다운 메뉴식(사용자가 선택)
입력변수	- 흥고직경 또는 흥고직경과 수고
출력변수	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수피포함/제외 간재적 및 이용재적 (말구직경 유의선정)</li> <li>- 수피포함/제외 생중량, 건중량 및 이용중량</li> <li>- 이용가능원목(log)생산량</li> <li>- 미이용 목재재적(초두부, 수피, 근주부)</li> <li>- 기타 요약표 및 시각적 정보 제공</li> </ul>

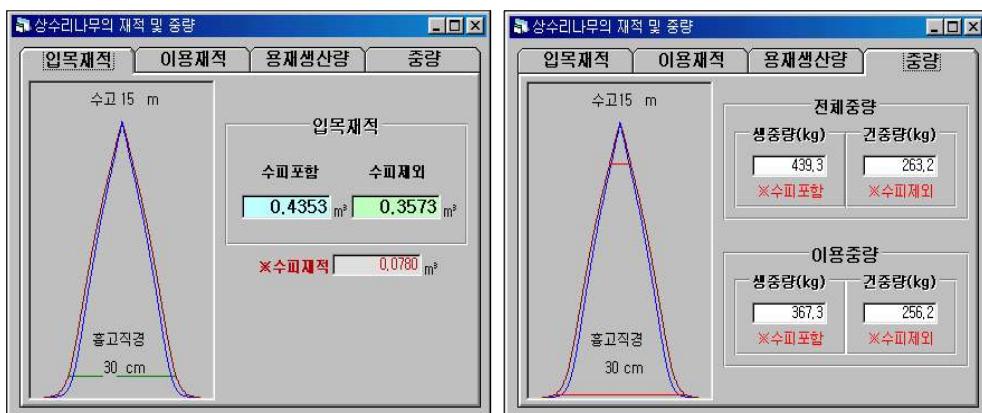


<그림 5-1-25> 단목 평가 프로그램 로고화면

The left window, titled 'Data 선택' (Data Selection), shows a dropdown menu for '수종선택' (Species Selection) with '상수리나무' (Sapindus mukorossi) selected. Below it is a list of other species: 친기나무 (Kinikinamu), 리기다소나무 (Rigida Sonam), 강원지방소나무 (Kangwonjibang Sonam), 강연송 (Gyeongyeon Song), 줄루지방소나무 (Jullu Jibang Sonam), and 쟁나무 (Jeongnamu). The right window, also titled 'Data 선택' (Data Selection), shows input fields for '흉고직경' (Crown Diameter) set to 30 cm and '수고' (Height) set to 15 m. It also has '끝내기' (Finish) and '계산하기' (Calculate) buttons.

<그림 5-1-26> 수종선택

<그림 5-1-27> 데이터 입력



<그림 5-1-28> 단목 재적 계산

<그림 5-1-29> 단목 중량 계산

This window, titled '상수리나무의 재적 및 중량 요약' (Summary of Volume and Weight of Sapindus mukorossi), displays a detailed summary table. At the top, it shows '수종: 상수리나무' (Species: Sapindus mukorossi), '흉고직경: 30 cm' (Crown Diameter: 30 cm), and '수고: 15 m' (Height: 15 m). The main table is a grid with columns for '입목재적' (Input Log Volume), '이용재적' (Utilized Volume), '용재생산량' (Utilized Production Volume), and '중량' (Weight). It includes sub-sections for '전체중량' (Total Weight) and '이용중량' (Utilized Weight) with breakdowns for '생중량' (Live Weight) and '건중량' (Dry Weight) for both bark-inclusive and bark-exclusive cases. The table also includes '최소말구직경별 이용재적' (Utilized Volume by Minimum Log Diameter) for diameters of 6cm, 9cm, and 12cm, and a final column for '수피재적' (Bark Volume).

<그림 5-1-30> 자료입력된 단목에 대한 재적 및 중량의 종합적 결과

### 1.3.2. 임분 평가

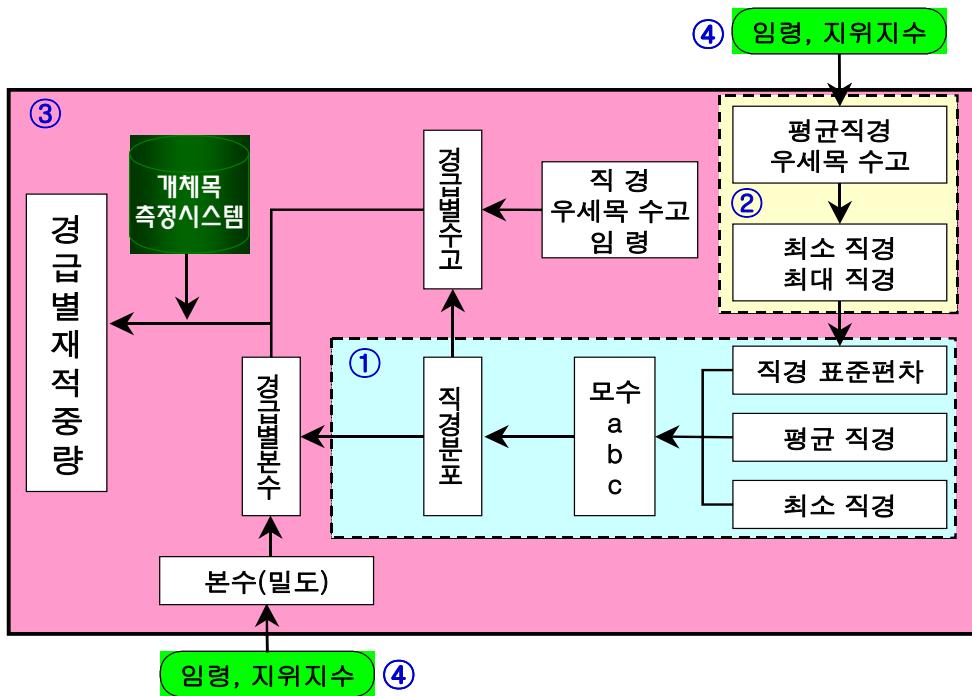
#### 1.3.2.1. 평가 필요성

현재 우리의 산림은 자원의 성숙화로 인하여 기존분석된 유령(幼齡)단계가 아닌 이들의 정확한 재적·수확량 등의 분석이 필요하고, 또한 경영정책이 다양해지고 있는 시점에서 이를 목적에 부합되는 정보를 제공할 필요가 있으며, 각종 사업의 의사결정을 지원하는 사용자 중심의 측정시스템 구축이 요구되고 있다. 이에 국립산림과학원에서는 2001년부터 임분단위의 측정시스템 개발을 수행한 바 있다. 이 연구를 통하여 주요 8개 수종 임분의 특성치에 의해 경급별 본수와 각 경급의 수고를 추정하고, 이를 기준에 개발된 단목 평가시스템과 연계시킴으로서, 임분자원에 대해 다양한 재적 및 중량을 평가, 예측할 수 있는 시스템을 구축하였다. 기존의 수확표는 단순히 임분의 수피포함재적에 대해 전체값만을 제공하지만, 본 시스템은 직경분포모델에 근거하고, 단목자원 평가시스템과 연계시킴으로서 한 임분의 전체값은 물론 임분 내 경급별 값도 추정이 가능하고 또한 각종 재적 및 중량정보를 제공할 수 있기 때문에 사용자가 원하는 다양한 경영목표에 알맞은 정보를 제공할 수 있을 것이다.

#### 1.3.2.2. 평가방법

##### 가. 평가시스템 체계

다음은 임분 평가를 위한 시스템의 구조와 이행절차를 보여주는 개념도이다.



<그림 5-1-31> 임분자원 평가 및 예측체계

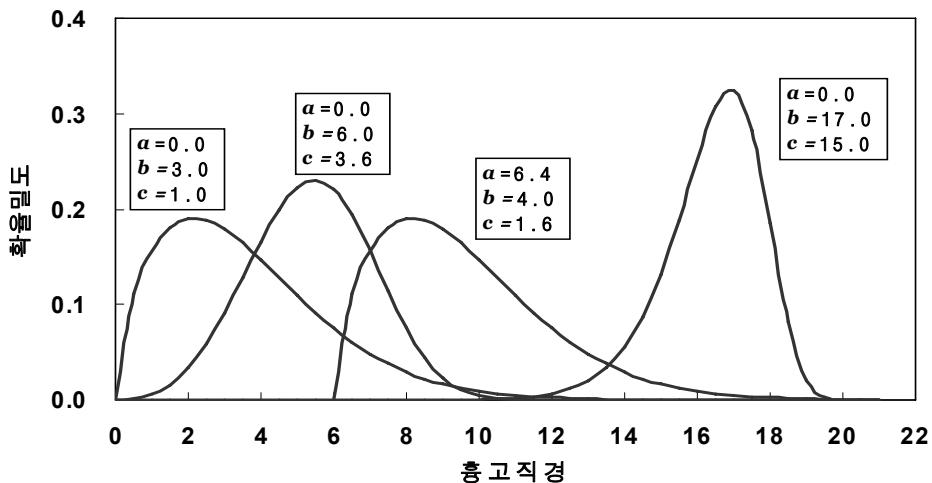
첫 번째는 직경분포모델인 Weibull분포 모수추정에 의한 직경분포 추정단계(①부분)로서 직경표준편차, 평균직경 및 최소직경에 의한 직경분포의 모수추정과 이를 이용한 각 임분의 ‘직경분포 추정(estimation)’단계이다. 사용된 모수추정방법은 simplified method of moments estimation이며, 이에 대해서는 뒤에 상세히 설명하기로 한다. 두 번째는 임분특성을 통해 복구한 Weibull분포 모수 추정치에 의한 ‘직경분포 적합(recovery)’단계(①+②)로서 평균직경과 우세목 수고에 의해 최대직경과 최소직경을 구하고 이를 통해 다시 직경표준편차를 구한 후 이를 직경분포 추정단계와 연결시킴으로서, 결국 평균직경과 우세목 수고, 두 변수만으로 직경분포를 적합 시키는 단계이다. 세 번째는 ‘임분자원평가(evaluation)’ 단계(①+②+③)로서 얻어진 직경분포확율을 밀도와 결합시켜 경급별 본수를 구하고, 각 경급에 대해 경급확율, 우세목수고 및 임령에 의해 경급별수고를 구한 후, 이 경급별 본수 및 수고를 기준에 개발한 단목측정시스템과 연결시킴으로서, 결국 특정임분의 평균직경, 우세목수고, 임령 및 본수밀도에 의해 이 임분의 전체 및 경급별 다양한 재적과 중량을 평가하는 단계이다. 마지막으로 ‘임분자원예측(prediction)’ 단계(①+②+③+④)로 임령 및 지위

지수에 의해 평균직경과 우세목수고, 그리고 본수밀도를 구하고 이를 임분자원 평가 체계와 연계시켜 특정 지위에서 임령의 변화에 따른 임분자원의 다양한 재적 및 중량의 변화를 예측하는 단계이다. 이 단계에서 우리는 기존의 수학표와 같은 형태의 표를 제공할 수 있는데, 이는 좀더 발전된 그리고 다양한 정보를 갖는 수학표가 될 것이다.

#### 나. 평가에 이용된 함수

임분자원에 대한 평가 및 예측체계를 개발함에 있어 적용한 모델은 다음 모형과 같은 3변수의 Weibull확률 밀도함수를 이용하는 직경분포모델이다(Garcia, 1981). 여기서  $x$ 는 흉고직경을 의미하며,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ 는 모수이다.

$$f(x) = ab(x - c)^{b-1} \exp[-a(x - c)^b], \quad (c \leq x < \infty)$$



<그림 5-1-32> Weibull함수 파라메터 값에 의한 직경분포

Weibull함수는 원래 수명검정을 위하여 추출한 자료의 분포를 설명하기 위하여 Weibull(1939)에 의해 제안된 함수였으나, Bailey & Dell(1973)이 처음 임학분야의 직경분포 연구에 적용시킨 이래 유연성과 효율성으로 인하여 가장 널리 사용하는 직경분포 추정모델로 인식되고 있다. 이 Weibull분포를 이용하면 모수  $a$ ,  $b$ ,  $c$ 에 따라 다양한 직경분포 모양을 적합 시킬 수가 있다(그림 5-1-32). 여기에서  $a$ 는 위치의 모수(location parameter)로 최소직경을 결정하며,  $b$ 는 크기의 모수(scale parameter)로 직경분포의 범위를 결정하고,  $c$ 는 모양의 모수(shape parameter)로 직경분포곡선의 모

양을 결정한다. b와 c는 항상 +이며, 일반적으로 a는 +, 0 또는 -가 될 수 있으나 직경분포에서 응용할 때에는 현실적으로 -가 될 수 없다.

#### 다. 임분 평가에 대한 성과

##### (1) 임분수확표

기존의 수확표는 조제된 지 너무 오래되었거나, 조제 당시 전체 표본수의 크기 및 성숙림 자료가 부족하여 산림의 생장과 수확량을 예측하기에는 부족함이 많았다. 또한 다양한 의사결정시 필요한 다양한 형태의 재적 등 임목자원 예측정보가 부족하였다. 이에 산림과학원에서는 2001~2003년간의 연구에서는 자료보완 및 새로운 분석 체계를 구축하여 강원지방소나무 등 8개 수종의 지위별, 임령별 각종 재적을 나타내는 수확표를 새롭게 구축하였다. 다음은 일례로 강원지방소나무 지위 16일 때의 수피포함 수간수확표를 나타낸 것이다.

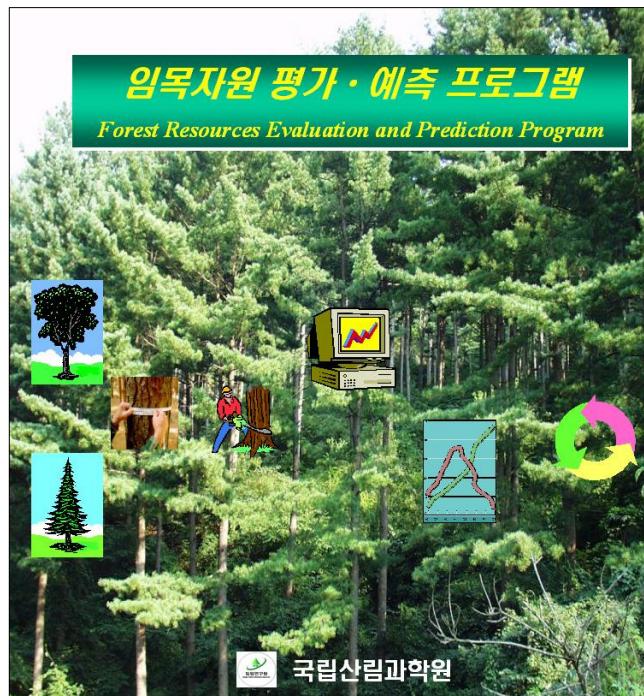
<표 5-1-24> 강원지방소나무 임분수확표 (지위 16)

임령 (년)	평균 직경 (cm)	평균 수고 (m)	우세목 수고 (m)	흉고 단면적 (m <sup>2</sup> )	임목 본수	임목 본수 (6)	재적 (m <sup>3</sup> )	재적 (6)	생장량 (m <sup>3</sup> )	생장률 (%)	평균 생장량 (m <sup>3</sup> )
10	6.4	5.8	6.7	7.6	2,355	1,218	25.2	21.2	5.0	-	2.5
15	9.4	8.1	9.5	10.4	1,484	1,295	45.3	44.3	4.0	11.4	3.0
20	12.4	10.2	11.9	12.9	1,063	1,063	67.3	67.3	4.4	7.8	3.4
25	15.4	12.0	14.1	15.3	818	818	90.0	90.0	4.5	5.8	3.6
30	18.3	13.7	16.0	17.4	657	657	112.8	112.8	4.6	4.5	3.8
35	21.3	15.1	17.7	19.4	545	545	135.2	135.2	4.5	3.6	3.9
40	24.2	16.3	19.1	21.3	463	463	157.0	157.0	4.4	3.0	3.9
45	27.1	17.4	20.4	23.1	399	399	177.9	177.9	4.2	2.5	4.0
50	30.0	18.4	21.6	24.7	350	350	197.9	197.9	4.0	2.1	4.0
55	32.9	19.2	22.6	26.3	310	310	216.8	216.8	3.8	1.8	3.9
60	35.7	19.9	23.5	27.8	277	277	234.6	234.6	3.6	1.6	3.9
65	38.6	20.6	24.3	29.2	249	249	251.4	251.4	3.4	1.4	3.9
70	41.4	21.1	25.0	30.5	226	226	267.1	267.1	3.1	1.2	3.8
75	44.3	21.5	25.6	31.8	206	206	281.5	281.5	2.9	1.1	3.8
80	47.1	21.9	26.1	32.8	189	188	293.8	293.8	2.5	0.9	3.7

##### (2) 임분평가·예측 프로그램

임분에 대한 간단한 정보만을 입력하면, 임분의 재적, 중량, 지위지수, 현재 및 미래 수확량 등에 대한 정보를 제공할 수 있는 시스템을 구축하였다. 이 프로그램을 이용함으로서, ① 현지에서의 산림조사자료 처리에 있어 프로그램 이용으로, 건당 기

존 수작업에 의하던 처리시간이 대폭 단축될 수 있으며(3시간→3분), ② 또한 기존 “영림계획” 및 “국유임산물 매각” 전산프로그램에 새롭게 구축된 본 프로그램을 연결 시킴으로서 이들의 분석정보를 한 단계 업그레이드 시킬 것이다. 또한 ③ 산림계획 수립 시 용도별 정확한 자원평가를 통해서 경영자의 의사결정을 지원할 수 있을 것이다. 다음의 프로그램에서 제공되는 몇 가지 예이다.



<그림 5-1-33> 프로그램 로고화면



<그림 5-1-34> 지위지수 산정 화면

**표준지조사자료**

**표준지 개황**

조사 지역: 강원 시/도	홀천 군 내 면 자음 리	번지	조사 일자: 2003 년 12 월 1 일
영업계획구: 홀천	임 소 번: 4 일반 가 소반	표준지개수: 2 개소	
조사자직급: 임업서기	성 명: 홀길동	표준지면적: 0.02 ha	
		총면적: 5 ha	

**표준지조사야장**

수고곡선작용		수고곡선 보기		재작 계산		※ 삼나무,이태리포플러,해송,잣나무,현사시,기타활엽수는 이용재적 및 풍랑은 계산되지 않습니다.										
수종	작령급(본수) (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균수고 (m)	단재적(m <sup>3</sup> )	재적(m <sup>3</sup> )	ha당재적(m <sup>3</sup> )	총재적(m <sup>3</sup> )
잣나무	6	4	5	6								5.0	0.0075	0.0900	1.5000	7.5000
	8	5	6	6								6.0	0.0158	0.0790	3.9500	19.7500
	10	7	7	7	8							7.0	0.0285	0.1995	9.9750	49.8750
	12	8	8	8	9							8.0	0.0465	0.3720	18.6000	93.0000
합계		24										ha당 평균수고	6.805	총재적(m <sup>3</sup> )	34.0250	170.1250

**기본항목선택**      **모든항목선택**      **출력결과보기**      **인쇄하기**

**출력 선택 사항**

<input checked="" type="checkbox"/> 평균직경	<input checked="" type="checkbox"/> 평균수고
<input checked="" type="checkbox"/> 수간재적(수피포함)	<input checked="" type="checkbox"/> 수간재적(수피제외)
<input checked="" type="checkbox"/> 이용재적(수피포함)	<input checked="" type="checkbox"/> 이용재적(수피제외)
<input checked="" type="checkbox"/> 전체생중량(수피포함)	<input checked="" type="checkbox"/> 전체생중량(수피제외)
<input checked="" type="checkbox"/> 이용생중량(수피포함)	<input checked="" type="checkbox"/> 이용생중량(수피제외)

**ha당 출력 요약**

수간재적(수피포함)	34.02 m <sup>3</sup>	수간재적(수피제외)	29.45 m <sup>3</sup>
이용재적(수피포함)	26.72 m <sup>3</sup>	이용재적(수피제외)	23.34 m <sup>3</sup>
전체생중량(수피포함)	33.82 ton	전체건중량(수피포함)	13.39 ton
이용생중량(수피포함)	26.90 ton	이용건중량(수피제외)	9.71 ton

**전체 면적 출력 요약**

수간재적(수피포함)	170.12 m <sup>3</sup>	수간재적(수피제외)	147.24 m <sup>3</sup>
이용재적(수피포함)	133.50 m <sup>3</sup>	이용재적(수피제외)	116.68 m <sup>3</sup>
전체생중량(수피포함)	169.10 ton	전체건중량(수피포함)	66.93 ton
이용생중량(수피포함)	134.50 ton	이용건중량(수피제외)	48.57 ton

평균 직경 [ 9.8 cm ] 평균 수고 [ 6.8 m ]  
ha 당 본 수 [ 1200 본/ha ]

<그림 5-1-35> 표준지조사 자료에 대한 분석 결과

**수확표 일부분 보기**

**입분정보**

수 종	상수리나무	일 령	34 년	우 세 목 수	16 m	지 위 지 수	16	수 확 년 도	60 년
-----	-------	-----	------	---------	------	---------	----	---------	------

**이용재적 규격**

최소말구직경	9 cm
--------	------

**용재 규격**

일반용재	평프용재	표고자목용재
말구직경 [ 16 cm ]	말구직경 [ 6 cm ]	말구직경 [ 10 cm ]
이용재장 [ 2.7 m ]	이용재장 [ 1.8 m ]	이용재장 [ 1.2 m ]

**수확표 보기**      **수확률보기**      **인쇄하기**

**수확표**

입령(cm)	평균직경(cm)	평균수고(m)	우세목수고(m)	출고단면적(m <sup>2</sup> )	입목본수	입목본수(6)	재적(m <sup>3</sup> )	재적(6)	생장량(m <sup>3</sup> )	생장률(%)	평균생장량(m <sup>3</sup> )
34	19.0	13.8	16.9	24.24	857	857	160.39	160.39	4.8	0.7	4.7
60	29.4	18.3	21.2	30.67	452	452	242.53	242.53	2.2	0.2	4.0

**용재 수확량**

입령(년)	일본수간재적(m <sup>3</sup> )		일본이용재적(m <sup>3</sup> )		일본생중량(ton)		최소말구직경별이용재적(m <sup>3</sup> )		일본용재재적(m <sup>3</sup> )				
	수피포함	수피제외	수피포함	수피제외	생중량	건중량	생중량	건중량	6cm	9cm	일반용재	평프재	표고자목재
20	160.39	126.61	150.26	118.99	164.52	100.24	154.28	78.11	150.26	142.39	58.95	11.47	68.69(3539)
60	242.53	199.44	232.35	191.21	242.40	151.63	235.55	126.82	232.35	229.11	160.82	5.11	37.07(1770)

<그림 5-1-36> 수확표 일부와 미래 수확량 예측

## 2. 임업경영

## 2. 임업경영

### 2.1 임업경영의 목적과 원칙

#### 2.1.1. 임업경영의 목적

임업경영의 목적은 경영주체의 자유의사에 따라 결정되지만, 토양, 기후 등 산림생산의 자연적인 요소와 산림의 공공성, 공익성에 의하여 그 목적에 제한이 가해질 수 있다. 산림경영은 ① 임산물 생산에 의한 경제적 기여, ② 산림의 재해방지와 수자원涵양기능 등 국토보안적·공공적 기여, ③ 산림의 보건휴양기능 등 공익적 기여 등 기대되는 산림기능에 의해 경영목적을 달리 할 수 있다. ①은 임업생산에 의한 경제적 이윤을 목적으로 경영하는 생산임업이며, ②와③은 산림의 간접적 효용을 목적으로 한 복지임업이라 할 수 있다.

#### 2.1.2. 임업경영의 원칙

임업경영의 목적을 달성하기 위하여 산림생산 행위의 내용과 방침을 정하는데 규범이 되는 원칙을 임업경영의 지도원칙이라 한다.

##### 2.1.2.1. 수익성의 원칙

수익성 원칙이란 최대의 이익 또는 이윤을 목적으로 경영하는 원칙으로 이윤율의 최대를 목표로 한다. 이윤 또는 자본이윤은 임금·지대·이자·감가상각비 등의 총비용을 총수입에서 공제한 잔액을 말한다. 이윤은 생산활동에서 얻은 소득에서 생산 3요소인 토지·자본·노동에 대하여 약정한 지대·이자·노임을 지불한 나머지인 기업이윤을 취하고, 이 연간수익과 사용자본과의 백분율, 즉 이윤율로서 수익성을 결정한다.

#### 2.1.2.2. 생산성의 원칙

생산성의 원칙은 최대 목재생산의 원칙과 같은 의미로 해석되고, 토지의 생산력을 최대로 추구하는 원칙이다. 이 목적을 임업경영에 있어서 구체적으로 어떻게 달성할 것인가는 재적수확 최대의 벌기령, 즉 평균생장량이 최대인 시기를 벌기로 하면 된다. 이는 임목의 최대 생산가능량의 한도 내에서 수익성의 최대를 추구하는 것이다.

#### 2.1.2.3. 공공성의 원칙

이 원칙은 공공경제성의 원칙, 후생성의 원칙, 공익성의 원칙 또는 경제후생성의 원칙이라 한다. 임업 또는 산림생산의 사회적 의의를 더욱 더 발휘하고 인류생활의 복리를 더욱 증진하자는 원칙이다.

#### 2.1.2.4. 보속성의 원칙

보속성이란 임업의 영속적 행위를 뜻하는 것으로 산림에서의 목재수확을 양적 및 질적으로 연년 균등하게 영구히 존속할 수 있도록 경영하는 원칙이다.

#### 2.1.2.5. 합자연성의 원칙

합자연성의 원칙은 임목의 생활·생장에 관해 자연법칙을 존중하여 경영·생산하는 원칙을 말한다. 임목의 생산은 농업에 비하여 자연의 힘에 의존하는 바가 크다. 즉, 임목은 자연적 생산력·자연적 현상에 의존하나 인위적으로는 이것을 합목적적인 방향으로 유도하는 것뿐이다. 합자연성의 원칙은 본질적으로 수익성·공공성·보속성의 원칙을 실현·달성하기 위한 수단적이고 또한 기초적인 지도원칙이라고 할 수 있다.

#### 2.1.2.6. 환경보전의 원칙

환경보전의 원칙은 국토보안의 원칙 또는 환경양호의 원칙이라고도 하며, 임업경영은 국토보안·수원함양 등의 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 운영하여야 한다는 원칙이다. 또한 산림미의 원칙이라 하여 각종 자연공원, 사찰림 및 기타 보건휴양적 기능과 야생조수보호·자연보호기능 등 산림미를 중시하는 산림에서 적용되며 이 원칙도 광의의 환경보전의 원칙에 포함된다.

## 2.2. 산림수확

### 2.2.1 벌기령, 윤벌기 및 회귀년

벌기령은 임분이 성립하여 생장하는 과정에 있어서 어느 성국기에 도달하는 연수를 말한다. 벌기령은 경영목적에 따라 미리 정해지는 연령으로서 경영상 가장 적합한 벌채연령이 되도록 산림의 자연적, 경제적 요소를 충분히 고려하여 가장 유리한 시점으로 결정하여야 한다.

윤벌기는 보속작업에 있어서 한 작업급에 속하는 모든 임분을 일순벌하는데 소요되는 기간이다. 윤벌기의 역할은 작업급을 법정상태로 유도하는 수단으로 필요한 것이다. 윤벌기는 작업급의 법정영급분배를 예측하는 기준 또는 법정연벌면적과 법정연벌재적 계산의 기초로서 이용된다.

회귀년은 택벌림의 벌구식 택벌작업에 있어서 맨처음 택벌한 일정 구역을 다시 택벌하는데 소요되는 기간을 말한다. 택벌림은 전면적을 회귀년으로 나눈 값을 표준택벌구역으로 하고 여기에서 회귀년마다 택벌리 되풀이 된다. 택벌림의 연벌구역은 회귀년마다 일순벌되지만 벌채방법은 일정한 경급에 도달한 성숙목 만을 벌채하게 된다.

#### 2.2.1.1. 조림적 벌기령

임목이 자연적으로 고사하는 연령 또는 천연갱신의 가장 적절한 시기를 벌기령으로 자연적 벌기령 또는 생리적 벌기령이라 한다. 수종에 따라서는 일정한 연령이 되면 종자의 생산이 적어진다든가 맹아력이 약해지며, 또는 임목이 썩거나 동공 상태가 되기 때문에 이러한 연령이 되기 전에 갱신을 하여야 한다.

#### 2.2.1.2. 공예적 벌기령

임목이 일정한 용도에 적합한 크기의 용재를 생산하는데 소요되는 연령을 기준으로 결정되는 벌기령이다. 예를 들면, 표고버섯자목, 펠프재 및 신탄재 생산과 같이 용도에 따라 형상이나 규격에 알맞은 때를 기준으로 정하는 것이다. 표고버섯자목의 생산을 목적으로 하는 활엽수림에서 흉고직경이 15~20cm이면 그 수종과 지위에 해당하는 수확표에서 흉고직경 15~20cm에 대한 연령을 읽으면 그것이 곧 공예적 벌기령

이 된다.

#### 2.2.1.3. 재적수확 최대의 벌기령

단위면적에서 수확되는 목재생산량이 최대가 되는 연령을 벌기령으로 하는 것인데, 즉 벌기평균생장량이 최대인 때를 벌기령으로 정하는 방법이다. 그러나, 평균생장량은 최고점 부근에서 변화가 크지 않고 완만하기 때문에 주변의 경제환경을 고려하여 10~20년을 빨리 벌채하거나 늦게 벌채해도 재적생산에 큰 영향을 미치지 않고 소기의 목적을 달성할 수 있는 이점이 있다.

#### 2.2.1.4. 화폐수익 최대의 벌기령

매년 평균적으로 최대의 화폐 수익을 올릴 수 있는 연령을 벌기령으로 한다. 주벌과 간벌 조수익이 최대가 되는 벌기령이나, 주벌수입과 간벌수입의 수입 시점이 크게 다른데도 수입만 합계하고 자본과 이자를 계산하지 않는 단점이 있다.

#### 2.2.1.5. 산림순수익 최대의 벌기령

산림의 총수익에서 일체의 비용을 공제한 것을 산림순수익이라 하며, 이 순수익이 최대가 되는 벌기령을 말한다. 이 또한 자본과 이자를 고려하지 않는 단점이 있다.

#### 2.2.1.6. 토지순수익 최대의 벌기령

임목수확의 수입시기에 따른 이자를 계산한 총수입에서 조림비, 관리비 및 이자액을 공제한 토지순수익의 자본가가 최고가 되는 벌기령, 즉 토지기망가를 최대로 하는 벌기령이다. 따라서, 이를 이재적 벌기령이라고도 한다. 이 벌기령은 고율을 적용할 때, 벌기령이 짧아져 소경재 생산이 되므로 사유림에서 유리한 벌기령이라 할 수 있다. 그러나, 토지기망가식은 무임목지에 조성한 임분이 벌채되는 과정이 영속적으로 일어난다는 가정을 두고 있다.

#### 2.2.1.7. 수익률 최대의 벌기령

순수익의 생산자본에 대한 비, 즉 수익률이 최대가 되는 벌기령을 말한다. 순수익의 자본에 대한 이율이 최고로 되는 것을 목표로 하기 때문에 수익성의 원칙에 입각

한 일반사업 경영에서도 보통 이를 기준으로 한다.

### 2.2.2. 법정림

법정림은 재적수학의 균등한 보속을 실현할 수 있는 내용과 요건을 구비한 산림을 말한다. 법정림의 명칭과 개념은 오스트리아의 황실재산을 관리하는 황실규정(1938, Normale)에서 비롯되었다. 이는 훈데스하겐(1826)에 의해 임학에 도입되어 산림생산의 법정림 개념의 기초가 되었으며, 하이어(1841)는 이를 더욱 체계적인 학문으로 발전시켰다. 그러나, 법정림은 재적의 엄정보속에 기초를 두고 있어, 개별 위주의 생산림에는 적용이 적합하나, 환경과 경험을 통하여 조림무육을 위주로 한 택벌림의 경우에는 적용이 곤란하다.

법정림에 있어서 산림생산의 보속이 완전히 실현되어 경영목적에 따라 벌채가 이루어진다고 할 때 벌채로 인한 희생이 발생하지 않는 상태를 법정상태라 한다. 법정상태의 요건으로는 법정영급분배, 법정임분배치, 법정생장량, 법정축적이 있다.

법정영급분배는 1년생에서부터 벌기에 이르기까지 각 연령의 임목이 같은 면적 만큼 존재하는 것을 말한다. 현실적으로 몇 개의 연령을 합하여 영급을 편성하고 각 영급의 면적이 같으면 이를 법정영급분배라 한다. 법정임분배치는 각 임령의 임분이 위치적으로 잘 배치되어 벌채운반이나 산림보호 및 간신 등 산림사업에 지장을 주지 않는 배치를 말한다. 법정생장량은 법정림의 1년간 생장량 합계로서 각 임령의 임분의 연년생장량의 합계를 말한다. 법정생장량은 벌기임분의 재적과 같고 이것은 법정연벌량 즉 법정수확량이 된다. 법정축적은 영급분배와 생장상태가 법정일 때 보유할 작업급 전체의 축적을 말한다.

법정조건으로는 ① 임지는 가장 좋은 상태를 계속 유지해야 하고, ② 수종의 간신과 혼효 및 그 품종에 있어서 환경적, 경영상 가장 좋은 상태로 구성되어야 하며, ③ 산림보육과 산림보호에 적합한 환경이고, ④ 운반시설이 잘 정비되어 있어야 한다. 와그너는 종래의 법정축적에 대해 경제적 축적의 개념을 제창하였다. 이는 산림이 질적으로나 양적으로 생산조건에 최적의 내용으로 최대의 수익을 지속적으로 가져올 수 있는 축적을 말하는 것으로, ① 축적이 최고 또는 최적의 크기가 되어야 하고, ② 최적의 경급분배가 이루어져서 최대의 가치 생산을 할 수 있으며, ③ 그 생장률이 최고가 되어야 한다. 이러한 경제적 축적은 그 크기나 내용 면에서 계산적으로 구하는 것이 아니고 산림에 대한 오랜 경험에 의해서 파악되는 것이다.

### 2.2.3. 산림의 수확조절

농작물은 해마다 성숙한 것을 수확하면 되지만 임목은 1년 동안 자란 부분 만을 벨 수 없기 때문에 그 만큼의 목재를 성숙임분에서 수확해야 한다. 어느 임분에서 어떤 방법으로 얼마나 수확할 것인가를 결정하는 일은 대단히 중요하며, 이를 수확조절(수확조정)이라 한다.

#### 2.2.3.1. 구획윤벌법

전체 산림면적을 윤벌기 연수와 같은 수의 벌구로 나누어 한 윤벌기를 거치는 동안 매년 한 벌구씩 벌채 수확토록 조정하는 방법으로, 구획면적법 또는 면적배분법이라고도 한다.

#### 2.2.3.2. 재적배분법

구획윤벌법은 면적을 기초로 재적수확을 조정하는 반면에 재적배분법은 재적을 기준으로 수확예정량을 결정한다. 재적배분법에는 Beckmann법과 Hufnagl법이 있다.

#### 2.2.3.3. 평분법

윤벌기를 일정한 분기로 나누어 분기마다 수확량을 균등하게 하는 방법으로 수확조정의 기준을 재적 또는 면적으로 하느냐, 양자를 절충하느냐에 따라 재적평분법, 면적평분법, 절충평분법으로 나누어진다. 평분법은 벌구식 작업에만 적용되기 때문에 동령 단순림의 경우에 적용하는 것이 가장 적합하다.

#### 2.2.3.4. 법정축적법

작업급에 대한 현실림의 축적과 생장량 그리고 법정축적을 사정하여 표준벌채량을 계산하고, 현실림을 법정림 상태로 유도하는 방법이다. 법정축적법에는 교차법(Kameraltaxe법, Heyer법, Karl법, Gehrhardt법), 이용률법(Hundeshagen법, Mantel법), 수정계수법(Breymann법, Schmidt법)이 있다.

법정축적법은 법정축적에 도달하도록 하는 수식법이며, 수확량만을 산정하고 벌채 장소에 대한 규정은 하지 않으며, 생장량을 기초로 하여 수확량을 예측하는 광의의

생장량법에 속하며, 수확조정의 대상이 재적이다. 이 방법은 법정상태의 실현을 목표로 하면서 재적수확의 보속을 도모하는 것이므로 영급분배가 거의 균등한 산림에 적용하게 된다.

#### 2.2.3.5. 생장량법

산림의 생장량이 곧 수확량이 되도록 하는 방법으로 연년생장량, 평균생장량 등을 기초로 수확량을 조정하는 것이다.

##### 가. Martin법

마틴법은 각 임분의 평균생장량 합계를 수확예정량으로 하는 순수생장량법이다. 즉, 각 임분의 ha당 연간생장량에 각 임분면적을 곱하여 합한 값이다. 영급이 불법정일 때 연년생장량을 수확의 기준으로 하는 것은 부당하며, 평균생장량을 수확량으로 하지만, 평균생장량의 합계가 전림의 연년생장량과 같다고 가정하는 것은 모순이 있다.

##### 나. 생장률법

생장률법은 현실축적에 각 임분의 평균생장률을 곱하여 얻은 연년생장량을 수확예정량으로 한다. 생장률의 사정은 해당 임분의 표준지에서 표준목을 선정하여 별채한 후 수간석해하거나, 생장추를 사용하여 직경생장량을 계산하여 생장률을 추정한다. 이 방법은 현실림의 연년생장량을 생장률에 의하여 구하고, 이것을 1년간의 연년생장량으로 간주하여 수확량을 예측하는 순수생장량법이다. 현실재적과 생장률에 의하여 연년생장량을 계산하기 때문에 산정된 생장률의 정확도에 문제가 있다.

##### 다. 조사법

조사법은 일정한 수식에 의한 것이 아니고 산림의 자연상태를 최대한 이용하여 산림생산을 어떻게 지속시킬 수 있을 것인가를 장기간에 걸쳐 경험적으로 파악하여 집약적인 임업경영을 실현하는데 목적이 있다. 이 방법은 조림, 무육과 택별작업에 적용된다.

### 2.3. 산림평가

산림을 경영 할 때는 그 산림구성인자의 전부 또는 일부를 화폐가치로 환산할 필

요가 있으면 이 방법에는 임지·임목 전체를 화폐가치로 환산하는 방법이 있는데 ① 산림의 매매·교환·분할 및 병합할 때의 가격사정, ②산림보험의 보험금액 및 산림 피해의 손해액 결정, ③산림수용 및 담보가치 결정 등에 많이 활용된다.

### 2.3.1. 임지의 평가

#### 2.3.1.1. 기초이론

산림 특히 임지는 부동산의 성격을 지니고 있기 때문에 그 가격형성은 기본적으로 일반부동산의 가격원칙을 따른다. 감정평가와 직접 관련되는 가격원칙으로는 최유효 사용의 원칙, 환경적합의 원칙 등이 있다.

부동산의 평가방식은 일반적으로 원가방식, 수익방식, 비교방식의 3가지로 구분되는데, 이를 방식은 임지나 임목의 평가에 그대로 적용된다. 원가방식에 의하여 임지를 평가하는 방법은 복성원가(複成原價)를 구하는 방법으로 임지에 대하여는 매립지, 조성지, 임도 등의 특수한 경우를 제외하고는 일반적으로 적용이 어려운 방법이다. 그 이유는 일반임지의 평가에 원가법을 적용한다면 임지의 재조성을 생각할 수 없는 점과 임지의 감가도 일반적으로 생각할 수 없다는 점에서 재조달원가의 의미가 없으며, 비교법에 의하여 평가액을 재조달원가로 대체하여도 감가되지 않으므로 큰 의미가 없기 때문이다. 수익방식에 의한 임지평가란 임지에서 장래 영속적인 순수익을 내는 원금으로서의 임지가격을 구하는 방법으로, 이 경우에는 임지를 순수한 임업대상지로서의 임지가를 구하는 경우와 임업이외의 다른 용도를 전제로 한 임지가를 구하는 경우로 구별하여야 한다. 수익방식에 의한 임지평가방법 중 임지기대값(Bu)은 일제 단순리를 전제로 하는 방법으로 벌기 u년마다 영속적으로 주벌수익이 들어오는 경우를 가정하여 산정한다.

수익방식 중 하나인 수익환원법은 택별림 또는 연년보속경영을 전제로 하는 임지 평가 방법이다. 이 방법은 연년수입이 있는 경우에 적용될 수 있으나 일반적으로는 건축예정지, 관광예정지, 골프예정지 등 임업대상 이외의 임지평가에 적용되는 경우가 많다. 비교방식은 일반적인 토지평가의 수단으로 가장 많이 활용되는 방법으로 평가하고자 하는 임지와 유사한 다른 임지의 매매사례가격과 비교하여 평가하는 방식으로 임지의 실제 매매사례가격과 직접 비교하여 평가하는 방법을 직접사례비교법이라 하고, 임지가 대지 등으로 조성·전용된 후에 그 거래가격에서 대지로 전용·조

성되는데 소요된 비용을 공제하여 역산적으로 산출된 임지가와 비교하여 평가하는 간접사례비교법이 있다. 즉, 간접사례비교법은 임지가 임업대상지 이외의 다른 용도로 사용하고자 할 때 적용할 수 있는 방법이다. 일반적으로 거래사례비교법의 적용은 먼저 인근 또는 유사지역 그리고 동일수급권내의 유사지역에서 다수의 거래사례의 수집을 통하여 물적·장소·시간적 동질성이 있는 적절한 거래사례를 선택하고 이어서 사정보정(事情補正)과 시점수정(時點修正)을 한 후, 지역요인과 개별요인을 비교·검토하고 각 요인별 격차율을 감안하여 비준가격을 산출하는 것이다. 토지나 임야에서 가장 많이 이용되는 비교방식에 의한 평가는 비교사례의 적절한 선택, 비교사례와 평가대상토지의 객관적이고 합리적인 격차율의 산출과 적용이 대단히 중요하다.

### 2.3.1.2. 지가형성요인

지가평가는 각종 지가형성요인을 감안하여 해당 토지의 경제적 가치를 측정하고 그 결과를 가액으로 표시하는 것을 말하는데, 지가를 형성하는 요인은 크게 일반적인 요인과 지역적 요인 그리고 개별적 요인으로 분류된다. 이 중에서 일반적 요인은 인구, 가족구성 및 가족분산, 도시형성 및 공공시설의 정비 상태, 교육 및 사회복지 수준, 부동산거래 및 사용수익의 관행, 건축양식 및 형태 등의 사회적 요인과 물가, 저축, 소비, 세부담의 상태, 기술혁신 및 산업, 교통비용 등의 경제적 요인, 그리고 토지소유 또는 이용의 규제, 택지 및 주택정책, 건축물 및 방제 등에 관한 규제와 같은 행정적 요인을 포함한다.

지역적 요인이란 일반적 요인과 각 지역의 자연적 조건 또는 인문적 조건이 결합하여 지역의 특성을 형성하게 되며, 이러한 지역특성이 당해 지역의 지가에 영향을 미치는 것을 말한다. 임지에 있어서 지역적 요인으로는 임도 등의 정비 상태, 일조·온도·습도·강수량 등의 기상상태, 표고·지세 등의 자연 상태, 토양상태, 노동력 확보의 용이성, 행정상의 규제정도와 같이 주로 임업생산성을 좌우하는 요인들이 이에 해당한다.

개별적 요인은 토지의 물리적 조건과 개별적 입지특성 등을 말하며 개별토지의 위치, 면적, 지세, 도로접근 정도, 공공편익시설에의 접근성, 도로 기반시설 수준 등과 같이 일정 시점에 있어서 펼지간 서로 다른 특성으로 인하여 토지의 개별적이고 구체적인 가격이 결정되는 것을 의미한다. 임지의 경우에도 지리적 위치의 고정성, 개별성이 존재하기 때문에 임지가격도 개별적으로 형성되는데 이러한 개별적 요인으로

는 위치·면적기온·온도·강수량·강설 등의 기상관계, 토양상태(토성, 토양심도, 토양습도, 견밀도), 지위, 임도정비 상태 및 접면도로의 지리적 상태, 임종(천연림, 인공림), 임상, 수종 및 혼효율, 수령 및 영급, 하층식생의 식생관계, 공공시설·상업시설과의 접근정도, 공법상의 규제정도 등이다.

### 2.3.1.3. 임지매매가

임지가도 매매가, 비용가, 기대값의 3종류로 평가한다. 이것은 임지의 시가를 의미하며, 평가하려고 하는 임지와 조건이 비슷한 임지의 매매가에 비추어 평가된다.

### 2.3.1.4. 임지비용가

임지를 구입한 뒤 조림 등 현재까지 소요된 총비용의 미래 비용가에서 그동안 얻어진 수익의 원리합계를 공제한 것이다.

### 2.3.1.5. 임지기대값

임지기대값은 같은 사업을 영구적으로 되풀이 할 때 그 임지에서 별기마다 기대되는 순수익의 현재가 합계에서 비용의 현재가 합계를 공제한 토지순수익의 현재가 합계를 임지기망가 또는 임지수익가라 한다.

### 2.3.1.6. 임업이율

임업이율은 임업경영 또는 임업경제 분석을 위해 계산식을 이용하는 경우 필수적인 요인으로 계산이자율이라고 한다. 장기간의 임업생산에서는 투자비용의 각 시점과, 수익의 각 시점과는 시간적인 차가 커서 임업이율을 적용하지 않고는 계산이 불가능하기 때문이다.

이율이란 이자를 발생시키는 자본의 백분율이다. 일반적인 이율은 화폐이자율로서 1년 정기예금이율, 대출이율, 국공사채권의 이율 등이 있다. 이것들은 화폐가치의 하락을 고려하지 않은 명목적 이율이며, 명목적 이자율에서 일반물가 등 귀율의 크기를 공제한 것을 실질적 이자율이라고 한다.

임업이율은 일반이율과 비교하면 기간이 장기적이므로, 임업투자의 위험성이나 불확실성, 현금수입의 가능성 있는 일반 부동산투자에 의한 현금수입의 기회비용 등

을 고려해야 한다. 따라서 그 이자 중에는 위험성에 대한 보험료 상당의 요소와 이윤(자본사용의 대가) 요소가 다른 이율에 비해 비교적 많이 포함되어 있으며, 임업이율은 일반적으로 높은 이율이 요구되는 것도 필연적인 이유라고 할 수 있다. 그러나 일반적으로 사용되는 계산이율로서 임업이율은 그 사용목적으로 보아 육림투자이율 등 임업소유자가 만족할 수 있는 최저한도의 이율이 사용되고 있다.

### 2.3.2. 임목의 평가

#### 2.3.2.1. 임목매매가

별기에 달한 임목가격을 사정할 때 주로 사용되며, 직접적 방법과 간접적 방법이 있다.

##### 가. 직접적 방법

매각하려고 하는 임목과 유사한 수종으로서 임목의 상태(직경급, 수고급의 분배상황), 입지, 운반관계 등 모든 조건이 유사한 임목이 매각된 사례를 가지고 그 매매가(벌채가)를 기준으로 하여 임목가격을 사정하는 방법이다.

##### 나. 간접적 방법

모든 조건이 같은 임목의 매매 사례를 구한다는 것은 어려운 일이므로 시장 원목가를 할인하여 임목가를 평가하는 방법이다.

#### 2.3.2.2. 임목비용가

임목을 육성하는데 들어간 경비의 미래가에서 그동안의 수익의 미래가를 공제하여 계산한다. 비용가는 주로 유령림(조림후 15~20년)의 임목가를 산출하는데 사용된다.

#### 2.3.2.3. 임목기대값

벌채할 때까지 얻을 수 있는 기대수익의 현재가 합계에서 그동안에 소요되는 비용의 현재가 합계를 공제한 차액으로 임목기망가라고도 한다.

## 2.4. 임업경영분석

### 2.4.1. 손익분기점 분석

기업 활동의 목적은 이윤의 극대화에 있다. 기업은 이윤 극대화를 가져올 수 있는 최적 생산량을 결정해야 한다. 손익분기점은 이러한 결정에 도움이 될 수 있는 유용한 기법으로 생산에 소요되는 고정비와 변동비를 합한 총비용과 생산량과 단위당 가격을 곱하여 구한 총수익을 비교하여 최적의 생산량을 결정한다. 이는 총비용과 총수익이 같아지는 점, 다시 말해서 이익도 손실도 발생하지 않는 어떤 수준을 찾는 것이며, 따라서 손실과 이익이 나누어지는 점이다. 또한 비용 · 판매량 및 이익에 관한 분석기법이라 하여 CVP분석(cost-volume-profit analysis)이라고도 한다. 고정비(fixed cost)는 판매량의 증가에 관계없이 일정하게 발생하는 것으로 공장 감독자에 대한 인건비, 임대료 등이 있다. 변동비(variable cost)는 판매량이 증가함에 따라 비례적으로 증가하는 것으로 단위당 변동비에 판매량을 곱하여 구하며, 변동비로는 원재료비 및 판매수수료 등을 들 수 있다. 고정비와 변동비를 합하여 총비용을 구하면 총비용선(total cost)을 구할 수 있다. 총수익(total revenue)은 판매량에 대하여 비례하므로 판매량(quantity)에 단위당 판매가격(price)을 곱하여 구한다. 총비용선과 총수익선이 만나는 점이 이익도 손실도 발생하지 않는 손익분기점(break-even point)이다. 기업이 손익분기점보다 적게 생산하거나 판매한다면 그 기업은 손실을 보게 될 것이며, 이 점보다 많은 양을 생산하거나 판매한다면 이익을 보게 된다. 여기서 단위당 판매가격에서 단위당 변동비를 뺀 액수는 기업의 고정비를 보상함으로써 기업 이익에 기여한다는 의미에서 공헌이익이라고 한다. 손익분기점분석 방법은 원목생산, 임산가공업 등에 유용하게 쓰일 수 있다.

### 2.4.2. 임업투자 대안 분석법

어떤 사업에 대한 투자를 결정하기 위하여는 투자수익에 대한 미래의 현금흐름을 추정하여 사업의 타당성 여부를 결정해야 한다. 투자 대안에 대한 경제적 타당성 분석을 위하여 많이 사용되는 방법으로는 순현재가치법(net present value method), 내부투자수익율법(internal rate of return method), 회수기간법(payback period method) 등이 있다. 특히, 내부투자수익율법과 순현재가치법을 현금흐름 할인법(discounted

cash flow method : DCF법)이라고 하며, 화폐의 시간적 가치를 고려하여 경제성을 분석하는 방법이다. 경제성 분석방법이 사적 이윤극대화를 위한 분석이므로 재무분석 (financial analysis)이라고도 한다.

#### 2.4.2.1. 할인율

경제 분석은 미래에 발생하는 편익이나 비용보다 현재의 편익과 비용을 더 중요하다고 가정한다. 미래에 발생하는 편익과 비용에 대한 중요성을 하락시키는 것을 할인이라 하며, 일반적으로 잘 알려진 복리산의 반대이다.

할인의 필요성은 이율의 존재가 설명해 주고 있다. 현재의 100원은 이율이  $i$ 라면 1년이 지난 후에는  $100(1+i)$ 원이 될 것이다. 같은 이유로 현재의 시점에서 보아 1년 후 100원은 현재  $100/(1+i)$ 원의 가치가 될 것이다. 왜냐하면 이율  $i$ 로 투자할 수 있는 현재가치로 표현된 이 액수는 1년이 지난 후 100원이 될 것이기 때문이다. 이를 일반적인 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$PV(X_t) = \frac{X_t}{(1+i)^t}$$

$PV(X_t)$  :  $t$ 년 후에 발생하는 예상 수익의 현재가치

$X_t$  :  $t$ 년 후에 발생하는 예상 수익,  $i$  : 할인율

이와 같이 미래의 가치에 대한 현재의 가치를 구하는 과정을 할인(discounting)이라 하며, 할인할 때 적용되는 이율을 할인율(discount rate)이라 하며, 이자율의 개념으로 보면 된다.

#### 2.4.2.2. 분석방법

투자사업의 선택방법에는 여러 방법이 이용되고 있으나 순현재가치법, 내부투자수익율법, 수익성지수법이 가장 많이 사용되고 있다.

##### 가. 순현재가치법

순현재가치법은 단순히 현재가치법(present value method, present worth method)이라고도 하며, 줄여서 NPV법, NPW법이라고 한다. 이 방법은 미래에 발생할 모든 현금흐름을 적절한 할인율로 할인하여 현재가치로 나타낸다. 할인율로는 기대수익률

(expected rate of return), 기업이 요구하는 수익률(required rate of return) 또는 자본비용(cost of capital)이 사용된다. 순현재가치를 계산하는 방법은 기대수입의 현재가치 합계에서 비용의 현재가치 합계를 차감한다.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

B<sub>t</sub> : t시점에서의 기대수입(편익)

C<sub>t</sub> : t시점에서의 예상비용(비용)

r : 할인율 n : 사업기간

순현재가치법은 투자의 결과로 발생하는 수입을 할인하여 얻은 현금유입의 현재가치와 투자비용을 할인하여 얻은 현금유출의 현재가치를 비교하는 방법이다. 순현재가치가 (+)로 나타났을 때에는 그 사업이 자본비용을 초과하여 수익을 올릴 수 있는 것을 말하고, 0일 때에는 자본비용과 수익이 같다는 것을 의미하며, (-)일 때에는 수익이 자본비용에 미치지 못한다는 것을 뜻한다. 따라서 순현재가치법에서는 0이나 (+)의 경우만 투자사업안을 채택하게 된다. 순현재가치법에서는 여러 투자사업 대안이 있는 경우에는 NPV값이 0보다 큰 투자 대안 중에서 NPV가 가장 큰 투자 대안을 선택하게 된다.

#### 나. 내부투자수익율법

NPV법은 어느 투자 대안을 선택할 것인가에 대한 문제를 해결하는 분석방법이나 기대수익에 대한 실질적인 수익률을 제시해 주지 않는다. 내부투자수익율법은 투자사업에 대한 납세후의 수익률을 제시해 준다. 내부투자수익율이란 투자를 하여 미래에 예상되는 현금수입의 현재가치와 예상되는 현금유출의 현재가치를 같게 하는, 즉 순현재가치가 0이 되는 할인율을 말한다. 따라서 다음의 식을 만족시키는 r값이 즉 내부투자수익율이다.

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

내부투자수익율법에 의한 투자사업의 선택에 대한 의사결정은 투자로 인하여 얻을 수 있다고 예상되는 내부투자수익율과 기업에서 요구되는 수익률을 비교하여 결정한다. 즉, 내부투자수익율이 기대 수익률보다 높은 투자 대안은 투자가치가 있다고 판단된다.

#### 다. 수익성지수법

순현재가치는 절대치로 나타나기 때문에 투자규모가 다른 여러 투자 대안이 있을 경우에 절대적인 투자 타당성 비교가 어렵다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 수익성지수(profitability index), 혹은 편익/비용비율(benefit/cost ratio)법이 이용된다. 이것은 각 투자 대안의 상대적 수익성을 표시하며 1원당 비용에 대한 편익의 순현재가치를 표시해 준다. 수익성지수는 다음과 같이 구한다.

$$P.I = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

수익성지수를 사용하여 투자 대안을 평가할 때 수익성지수가 1보다 크면 그 투자 사업은 투자가치가 있는 것으로 평가된다.

#### 라. 회수기간법

회수기간법은 투자에 소요된 모든 비용을 회수하는데 걸리는 기간을 말하며, 보통 연수(年數)로 표시한다. 회수기간법은 빨리 회수되는 투자 대안일수록 투자가치가 높다고 판단하는 것이다. 따라서 각 투자 대안들의 회수기간을 계산하고 이 회수기간과 기업의 기대회수 기간과를 비교하여 투자 대안을 선택한다. 투자대상에서 산출된 회수기간이 기업 자체에서 설정한 회수기간보다 짧으면 그 투자대상은 투자가치가 있다고 판단되며, 여러 투자대안이 있는 경우에는 기대 회수기간보다 짧은 투자 대안들 가운데 회수기간이 가장 짧은 것을 선택하게 된다.

#### 2.4.2.3. 투자안의 선택

예산에 대한 제약이 없고 분석되고 있는 투자 대안들이 상호 독립적이라면 (+)의 NPV를 갖는 투자 대안들 모두가 해당되나 그 중 원하는 투자 대안을 선택하면 된다. 그러나 고려되고 있는 투자 대안의 현금유입기간이 상이하거나 투자자본에 제약이 있어 투자수익성이 있는 모든 사업을 수행할 수 없거나 사업들이 상호배타적이어서 한 사업을 수행하면 다른 사업을 수행할 수 없는 경우에는 최적 투자 대안을 선택해야 한다.

## 2.5. 산림경영계획기법

### 2.5.1. 산림경영계획기법의 적용

컴퓨터의 발달과 Operations Research(OR)와 같은 경영과학의 발달은 경영목적을 달성하기 위하여 여러 가지 제약조건을 만족하는 목적함수를 구함으로서 경영활동에 대한 의사결정을 용이하게 하여 많은 산업에서 사용되게 되었다. 임업경영분야에서도 수확조절에 선형계획법(LP)을 적용하는 연구나 조림기술의 선택과 투자배분, 간벌계획, 벌출계획, 임도계획 등에서도 OR기법을 적용하는 연구 사례가 많이 있다. 산림경영계획에 사용되는 경영과학의 기법에 대하여 약술하고자 한다.

#### 2.5.1.1. 목적

계획을 수립하기 위해서는 우선 목적함수를 명확히 하지 않으면 안 된다. 임업경영에서는, 어떤 경영주체도 대상 임지를 될 수 있는 한 유리하게 사용하여 영속적으로 목재를 생산하고 그러한 활동을 통해 최대의 수익을 올리는 것이 목표이지만, 많은 제약조건이 있기 때문에 단순하지는 않다. 따라서 경영목적을 수립하는 경우에는 경영목적 및 제약조건을 명확히 하지 않으면 안 된다. 이 경영목적은 경영주체에 따라 다르다. 예를 들어 농림가의 경우는 주로 소득을 목적으로 하지만, 제지·종이·펄프회사는 원재료로서의 목재 공급을 원활하게 하는 것이 목적이고, 지방자치체는 지방재정에 대한 기여가 목적일 것이며, 국가의 경우는 산림의 직접재화인 목재의 수익이 중요한 동시에 산림의 간접효용인 물, 공기, 휴양 등 국민의 복리증진에 대한 기여가 목적이 될 것이다.

#### 2.5.1.2. 계획방법

장기간에 걸쳐 복잡성이 많은 산림경영계획에는 많은 자료를 단시일 내에 처리하고 분석을 할 수 있는 도구가 필요하게 된다. 이러한 도구 중 주요한 것을 열거해 보면 다음과 같다.

##### 가. 경험

같은 상황이 몇 번이나 반복되는 상황에서는, 계획에 있어 과거의 경험과 판단의

조합이 대단히 중요하며, 시행착오를 줄여 나갈 수 있다.

#### 나. 표

단목재적표·수학표 등은 재적계산과 간별계획 시 사용되며, 별목조재 등 표준공정 표 등도 유리한 도구이다.

#### 다. 통계학

경영자는, 일정한 신뢰도 내에서 산림경영시스템의 운영에 있어서 필요한 정보를 예측하는 경우가 많다. 임업에 있어서 자원조사, 생장량의 예측, 가격이나 비용함수의 추정 등에서 필수적인 도구이다.

#### 라. 시스템분석

시스템이란, 어떤 공통적인 목적을 달성하기 위해 다양하게 형성된 부분의 복합체이다. 임업은 혼효적·인위적·자연적인 열린 시스템이다. 열린 시스템이란 외부환경에 대해 열려있고 외부환경에 적응하면서 변화해 가는 시스템을 말한다. 시스템분석은 우선 시스템을 정의하던지 또는 모델을 작성하면서 시작된다. 우선 상태를 관찰하고, 문제를 상세하게 분석하며, 가설을 정식화하여 모델을 만들고 그것을 테스트하는 단계를 밟는다.

#### 마. OR

OR은 시스템경영에 관한 문제에 대해 목적이나 조건을 수량적으로 파악하고 가치의 척도를 정하여 과학적 방법 및 컴퓨터를 이용하여 문제의 최적 해를 구하는 방법이다. OR은 다음 4단계로 나뉘어 진다.

- ① 경영자로부터 주어진 문제의 확인
- ② 그 문제를 수식화하는 수학적인 모델의 작성
- ③ 그 해를 구한다
- ④ 실행에 옮긴다.

컴퓨터는 ③의 단계에서 주로 사용되지만, 현재는 재고관리나 수송문제에서는 많은 자료가 처리되므로 ④의 단계에서도 사용되고 있다. 현재 임업에서 OR기법의 이용은 대단히 부진한 실정이다.

#### 바. 선형계획법(LP)

LP는 주어진 이윤이나 비용 등 목적함수를 주어진 제약조건을 만족하기 위해, 최

대 혹은 최소로 하는 최적 해를 구하는 계산방법이고, 생산·수송·인원배치계획 외에도 기업의 생산활동에 이용되는 방법이다. 임업에서도 수확조절에 LP가 사용되고 있는데, 개량기가 끝날 무렵 영급배치, 분기별 수확량, 벌채면적 등에 제약을 설정하고, 하나의 목적함수를 최대 또는 최소로 하기 위해 분기별 수확을 어떻게 조정할 것인가 하는 계획에 이 방법이 사용되고 있다. 또한 조림기술·노동력 등의 제약조건 하에서 순수익 최대인 목적함수를 만족시키기 위해 각 임분에 어떠한 조림기술을 도입하고, 어느 정도 투자하면 좋은지에 대한 계획에도 사용되고 있다.

#### 사. 게임이론

이 이론은 결과가 모순된 목적을 지닌 많은 경쟁자에 의해 동시에 지배되는 상태를 분석하기 위해 전개되어 온 것이다. 예를 들면 두 가지 같은 재화를 제조하고 있는 기업에서, 그 가격과 생산계획의 모두가 이익에 영향을 준다고 할 때, 최대이익을 얻기 위해 어떠한 전략을 채용하여야 할 것인가를 나타내는 것이 게임이론의 목적이다.

#### 아. 투입산출분석(I/O분석)

하나의 기관이 자기의 행동에 대해 연구하는 경우, 정책의 유효성을 측정하기 위해서는 일정한 판단기준이 필요하다. 보통 이것은 경제적 최대이윤의 판정기준이다. 이 경우, 정책의 유효성은 어떤 제약조건 즉 투입자원에 의해 제약을 받는다. 그리고 주어진 투입과 관련된 생산물의 산출량에 의해 측정할 수 있다. I/O분석은 1961년 레온티에프(Leontief)가 개발한 것으로, 이 분석을 추진하기 위해서는 먼저 산업연관표를 작성할 필요가 있다. 이것은 일정기간에 일정지역에서 산업이 행한 생산활동을 그 재화·서비스의 취급을 통해 나타나는 것으로 경제통계의 집대성이라고도 할 수 있다. 여기에서의 기간은 통상 1년이며, 지역은 표의 이용목적에 따라 전국이나 특정 지역으로 나뉘어진다. 따라서 표에 나타난 경제통계를 실수나 또는 각종지수로 계측하면서 해석함으로써, 대상지역의 경제구조나 산업의 활동상황을 명확히 할 수 있다.

### 2.6. 산림경영계획의 실무

#### 2.6.1. 산림계획제도의 기능과 필요성

산림계획제도는 국가산림계획인 산림기본계획을 구체화하는 계획으로 각종 산림사

업의 실행은 물론 산림행정상 필요한 근거를 제공하는 가장 중요한 계획으로서, 산림기본계획→지역산림계획→영림계획의 체계로 10년을 주기로 작성하고 있으며, 산림기본계획은 국·사유림의 정책을 총괄하는 계획이다.

산림계획제도가 당초에는 목재를 보속적으로 생산하는 계획 제도에서 출발하였으나, 산업화, 공업화의 진전과 더불어 산림의 환경기능에 대한 중요성이 부각되고, 지속가능한 산림경영의 새로운 패러다임이 대두되면서 생태적 산림관리를 토대로 한 산림의 다양한 기능을 지속적으로 확보하는 방향으로 전환되고 있다.

따라서 산림은 국토보전, 수원함양, 국민보건휴양 등 공익적 기능과 양묘, 조림, 육림 과정을 거쳐 목재를 생산하기 위한 경제적 기능 및 시대의 변천에 따른 환경적·문화적 기능이 있으므로 이에 상응하는 계획을 수립·시행하기 위하여 산림이 지니고 있는 보호, 휴양, 임산물 생산 및 고용기능의 유지 증진과 경영수지 개선을 위하여 지속적이고 경제적인 방법으로 산림을 경영하기 위한 산림계획제도가 필요하며, 이러한 계획을 수립·시행하려면 그 지역에 맞는 영림계획을 수립하여 체계적으로 운영, 집행하여야 할 것이다.

또한 전국 산림면적의 약 70% 이상이 III령급 이하의 임분으로 구성되어 있고, ha 당 평균 축적은 약 73m<sup>3</sup>에 불과하다는 점을 고려할 때 산림의 자원화 촉진이 시급한 실정이고, 자원증식과 임업경영의 합리화를 기하자면 산림계획제도는 필요하다.

## 2.6.2. 우리나라 산림계획 제도의 주요 연혁

1911 : 국유림에 대한 최초 영림안 편성시작

1919 : 민유림 간이 사업안 편성요령 제정

1961 : 산림법 제정·공포에 따라 영림계획 제도의 법적 근거 마련

1964 : 국유림 경영계획편성규칙(농림부 훈령 제99호) 제정

1965 : 민유림 경영계획편성운영요강 제정

1980 : 산림법 개정에 따라 영림계획 작성체계 확정 ; 산림기본계획→지역산림계획  
→영림계획

1988 : 임업진흥촉진지역 영림계획 운영요강 추가

1990 : 산림법 개정으로 영림계획 운영요령 전면 개정

1993 : 국유림·민유림을 통합하여 영림계획운영요령 제정

1995 : 산림법 개정에 따라 산별(옹문산)계획이 영림계획과 연계 추진되도록 제정

1999 : 산림법 개정에 의거 규제완화 차원의 영림계획제도 개정 ; 공·사유림 영림 계획 작성 의무제 → 권장제

2001 : 산림법 개정에 따라 산림기본계획, 지역산림계획은 산림기본법으로 이관

2004 : 국유림영림계획 제도 개선 등에 따라 영림계획 관련법 개정과 영림계획작 성및운영요령을 개정(2004. 6. 18. 예규 제508호)하였으며, 공·사유림영림계 획작성및운영요령을 개정(2004. 12. 30. 예규 제511호).

현재 국유림은 1968년 영림계획을 처음 편성하여 7차기에 이르고 있다.

제1차기 : 1968~1972(5년), 제2차기 : 1973~1977(5년), 제3차기 : 1978~1982(5년),

제4차기 : 1983~1987(5년), 제5차기 : 1988~1992(5년), 제6차기 : 1993~2002(10년)

제7차기 : 2003~2012(10년)

### 2.6.3. 산림경영계획 수립의 법적 근거 및 방법

영림계획을 수립할 때에는 산림법 제8조(공유림 또는 사유림의 영림계획), 제73조(국유림의 영림계획), 산림기본법 제11조(산림기본계획의 수립·시행), 국유림의 경영 및 관리에 관한 법률 제6, 8조(국유림종합계획과 국유림경영계획의 수립), 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 제8조(산림을 수원함양, 재해방지, 자연환경보전, 목재 생산, 산림휴양, 생활환경보전 등의 기능에 따라 관리방안 도출), 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 제2절(공유림의 효율적 관리를 위한 산림경영계획 수립) 및 국유림영림계획작성및운영요령, 공·사유림영림계획작성및운영요령, 지속가능한 산림자원 관리 지침 등을 참고하여 수립한다.

#### 2.6.3.1. 국유림영림계획작성및운영요령 제정 주요내용

가. 국유림영림계획의 목적과 작성의의, 적용범위, 업무분장 및 영림계획구의 구분과 명칭을 규정함(제1장 총칙)

나. 산림조사, 영림계획 수립시 고려할 사항, 계획의 구분, 계획의 운영방법 및 영림계획의 구성에 관한 사항을 규정함(제2장 영림계획의 수립)

다. 영림계획의 실행유지 및 평가에 관한 사항을 규정함(제3장 영림계획의 실행유지 및 평가)

라. 영림계획 승인·공표·변경 및 보고 등에 관한 사항을 규정함(제4장 영림계획 승인·공표 등)

### 2.6.3.2. 공·사유림영림계획작성및운영요령 개정 주요내용

- 가. 제명을 공·사유림영림계획의작성및운영등에관한요령으로 함.
- 나. 정확한 임황조사 결과를 토대로 당해 산림의 여건에 맞게 작성하며 지속가능한산림자원관리지침에 적합하도록 함(제5조)
- 다. 영림계획인가 및 변경인가 신청서에 첨부되는 영림계획서의 서식을 종전의B4 획서식에서 A4종서식으로 개정하여 사용 및 보관의 편리성을 제고하고, 경영계획 및 실행실적 작성 내용을 일부 보완함(제6조 및 별지 제1호서식)
- 라. 영림계획작성비 지급기준을 신설하여 독립가·임업후계자 소유산림, 협업영림 계획구, 대리경영임지, 경제림육성단지, 임업진흥권역 등의 산림에 대해 우선적으로 지원토록 함(제7조)
- 마. 영림계획 인가·변경인가·취소 사항 및 실행상황은 시·군·구 행정정보시스템에 입력함으로써 인가 및 실행상황이 실시간으로 파악될 수 있도록 함(제8조제2항 및 제11조제2항)
- 바. 영림계획이 인가된 산림에 대해서는 특별한 사정이 없는 한 국비 및 지방비 보조·융자사업 등을 우선지원토록 하여 영림계획의 실효성을 높이도록 함(제9조)
- 사. 법률상의 변경인가 대상인 벌채·굴취·임도시설을 제외한 다른 사업의 경우에는 인가된 영림계획 물량 범위 내에서 연도별 서업량을 탄력적으로 조정 실행할 수 있도록 하여 산주의 자율성을 제고하고 불편사항을 해소토록 함(제10조)

### 2.6.3.3. 기본방향

- 산림생태계의 보호 및 산림의 다양한 기능의 최적발휘를 위한 기능별 산림경영
- 지역주민이 참여하고 함께하는 산림경영 실현
- 영림계획의 평가·분석을 통한 운영의 내실화 및 투자효율성 증진
- 영림계획의 정보화 시스템 구축 및 지속적 활용으로 업무의 효율성 증대
- 영림계획 운영에 대한 모니터링을 실시하여 보다 효율적인 산림경영 유도

### 2.6.3.4. 산림경영계획의 수립방법

#### 가. 단위사업 과제

단위사업계획은 소반별로 10년간 실행할 조림·육림·임목생산 및 시설(임도,

휴양림) · 소득사업 · 자연보호 및 경관보육조치 등을 포함하여 작성한다.

#### (1) 조림예정지 정리

인공조림을 하고자하는 임지에 대하여 조림이 용이 하도록 정리하는 작업으로 천연림에 대한 보육사업에도 일부 적용할 수 있다.

#### (2) 조림

조림은 인공생신과 천연생신으로 구분한다. 인공생신 대상지는 계획기간 동안 예상되는 수확대상임분과 미립목지를 대상으로 하며, 임지여건에 따라 주수종, 혼효수종, 혼효형태, 면적 등을 결정한다. 수종선정은 임지의 특성, 경영목표, 목표임상 등을 토대로 목재의 장기수급전망, 산림의 공익적 기능 등을 고려하여 우수한 수종을 선정한다.

#### (3) 육림

보식, 비료주기, 풀베기, 덩굴류제거, 어린나무가꾸기, 가지치기, 무육간벌, 천연림보육, 천연림 개량, 움싹갱신지 보육 등으로 구분하며 생태적으로 건전한 산림이 유지 · 증진될 수 있도록 계획한다.

#### (4) 임목생산

임목생산은 임목처분과 직영생산으로 구분하고 매각여부에 상관없이 이용가능한 목재를 대상으로 별채계획을 수립한다. 별채종은 개별 · 산별 · 택별 · 모수 · 왜림 및 수익간벌로 구분한다. 별채율은 임소반의 별채예정구역내 축적에 대한 별채재적의 백분율을 기재한다. 별채량은 계획기간 중에 별채예정 임소반의 축적, 별채종 및 잔존시켜야 할 부분의 재적을 고려하여 실제 별채예정재적을 기재한다. 별채면적은 갱신면적의 산정 및 향후 영급 구분을 위한 지침으로서 개별면적을 기준으로 환산한다. 주별 임분의 선정은 임분의 공간배치, 기타 다른 경영목표 및 지역적인 우선순위를 고려하여 결정한다.

##### (가) 영급 및 임분급 구성

정해진 별기령의 범위안에서 매임분급 단위로 대략 영급구성 면적이 같아지도록 함으로서 지속가능한 영급구성을 추구한다. 영급은 임분의 발전가능성 및 이용가능성에 대한 판단과 종합계획상 제시된 다양한 목표달성(특히 수확조절)여부를 가늠하는데 사용된다. 영급은 10년 단위로 경영단위의 주수종에 따라 구분한다.

영급구조 조정을 위하여 수종 및 영급별 현실축적과 법정축적을 비교 분석하여 표로 나타내고, 현실축적을 법정축적에 도달할 수 있도록 적절한 육림작업, 간벌 및 벌채작업 등의 계획을 수립한다.

#### (나) 벌기령

벌기령은 임분의 평균생산기간을 의미하며 보속성 여부를 판단하는데 기여한다. 따라서 벌기령은 개별임분의 실제적인 이용연령을 결정하는 것은 아니므로 수확시기의 결정은 벌기령과 목표경급을 감안하되, 당해 임분의 양적, 질적 성장여부를 판단하여 결정한다.

1) 기준벌기령 : 수확조절을 위한 벌기령은 표 5-2-1의 기준벌기령을 적용한다.

<표 5-2-1> 수종별 기준벌기령

수 종	공. 사유림	요 촌 국 유 림	특 수 용 도
1. 소나무	50년 (30년) 100년(춘양목단지)	70년 100년(춘양목단지)	30년
2. 잣나무	60년 (40년)	70년	40년
3. 낙엽송	40년 (20년)	60년	20년
4. 리기다	25년 (20년)	35년	20년
5. 삼나무	40년 (30년)	60년	30년
6. 편 백	50년 (30년)	70년	30년
7. 참나무류	50년 (20년)	70년	20년
8. 포플러류	15년	15년	

( ) 내는 산업비립 영림계획구의 벌기령임

※ 특수용도: 펠프, 개목, 표고, 영지, 천마재배용, 목공예용, 목탄, 목초액

※ 명시되지 않은 수종의 침엽수는 소나무, 활엽수는 참나무류 적용

펠프, 개목, 표고, 영지, 천마재배 등은 특수용도 기준벌기령 적용

불량림의 수종갱신 · 피해목 및 지장목의 벌채와 간이산림토양도상의비옥도

I 급 ~III급의 리기다소나무 벌채는 기준벌기령을 적용하지 아니한다.

2) 목표직경 : 아래의 목표직경을 감안하되, 입지여건 및 수종의 양적 · 질적 생장 상태를 고려하여 결정한다.

<표 5-2-2> 수종별 목표직경

수종	직경(cm)	수종	직경(cm)
소나무	60	리기다	40
잣나무	46	편백	46
낙엽송	40	참나무류	40

※ 기준별기령 및 목표직경이 명시되지 아니한 수종 중 침엽수는 편백, 활엽수는 참나무의 기준별기령 및 목표직경을 각각 적용한다. 다만 불량림의 수종갱신, 피해목, 지장목의 벌채와 간이산림토양도상의 비옥도 I급-III급의 리기다소나무 벌채는 기준별기령을 적용하지 아니한다.

#### (다) 수확조절

- 1) 영림계획구 자체의 벌채량은 영림계획기간 중의 임목 총생산량을 고려하여 정하되, 영급구조개선 등 장기적인 목표를 고려하여 탄력적으로 적용한다.
- 2) 임상조사 및 단위사업계획 결과를 토대로 영림계획구 전체에 대한 임목생산계획량이 지속가능한 경영을 위해 적절히 산정되었는지 여부에 대한 검토가 필요하다. 표준벌채량은 영림계획기간 중에 임목생장량을 기준으로 정하되 산림의 현황·반출시설 및 노무관계 등을 감안하여 결정한다.
- 3) 임목생장량의 적정성을 검토함에 있어 경영목표 달성상 적기에 충분히 실행을 요하는 간벌을 우선하고, 총 이용계획량 및 벌채계획면적이 지속가능한 수확량 및 벌채면적을 상회하지 않도록 한다.
- 4) 수확조절은 면적위주로 임목생산량을 산정하는 것을 지양하고, 현실 영급이 법정인 영급상태에 도달할 수 있도록 법정축적법을 적용한다. 표준벌채량은 현재 임분의 생장량을 기준으로 하되, 현재의 임분축적과 법정축적을 고려하여 산정한다.

(Heyer 공식법 적용)

$$Y_a = 0.7Ir + (Va - Vn)/a$$

Ya : 표준벌채량, Ir : 임분의 평균 생장량, Va : 현실축적,

Vn : 법정축적, a : 개정기, 0.7 : 조정계수

생장량 조정계수는 생장량 조사시 오차, 미래의 불확실성 등을 고려하여 0.7내외를 적용한다. Ir(임분의 평균 생장량)은 현지 조사하거나 국립산림과학원에서 발표하는

자료를 활용할 수 있으며,  $V_a$ (현실축적)은 조사된 자료를 통하여 현실축적을 구하고,  $V_n$ (법정축적)은 수종별 영급, 평균수고, 평균경급을 참고하여 법정상태를 구한다.  $a$ (갱정기)는 현실영급을 법정영급상태로 조정하는데 걸리는 시간으로 20년을 적용한다. 즉, 현재의 임분축적이 법정축적보다 적을 경우 표준 벌채량은 연간 생장량보다 적어지게 되어 임분축적은 증대된다. 현재의 임분축적이 법정축적보다 적을 경우 표준 벌채량은 연간 생장량보다 적어지게 되어 임분축적은 증대된다. 현재의 임분축적이 법정축적보다 많은 경우 표준벌채량이 임분생장량보다 많아지게 되어 현재 임분축적은 감소하게 된다.

#### (라) 공간배치

산림의 공간배치는 수확대상 임분을 선정하는데 중요한 의미를 가지고 있으며 산림구조의 안정화를 고려하여야 한다. 즉 벌채임분을 선정할 때 바람으로 인한 같은 임분내 잔존목 또는 인접 임분의 피해여부 등을 배려한다. 특히 임연부는 산림의 외피로서 산림구조의 안정화, 생물종의 보호 및 경관조성 등에 있어서 중요한 역할을 하므로 이에 대한 조사와 함께 필요한 조치사항을 고려한다.

#### (5) 시설(임도, 사방, 자연휴양림)

임도는 “간선임도 5개년계획”등에 따라 시설하고, 기 시설지에 대한 구조개량사업, 보수사업을 반영한다. 구체적인 임도노선은 실시단계에서 확정하며 작업로 개설 등을 참고하여 계획에 반영하며, 휴양림시설은 기 지정고시 된 예정지에 시설하는 것을 원칙으로 한다.

#### (6) 소득사업

입지여건 및 지역특성에 따라 목재생산 이외의 특정임산물 생산이 가능한 개소는 산림의 공익기능을 현저히 저해하지 않는 범위 안에서 산림소득사업을 계획할 수 있으며 세부적인 내용은 국유림의 특정임산물관리지침에 의한다.

#### (7) 산림생태계 및 산림소생물권 관리

희귀생물의 서식공간으로 특정지역, 산림내 분포하는 습지 및 건조지역, 노거수 및 가치있는 노령고사목, 희귀야생동·식물종, 임연부 및 산림내 공지 등으로서 보호가 치가 있는 지역은 특별 관리할 수 있도록 산림소생물권도면에 표시한다. 산림소생물권의 조사 및 관리에 대한 세부적인 사항은 산림소생물권관리지침에 의한다.

## 나. 종합과제

단위사업계획이 작성되고 나면 재정목표 및 재정적 실현가능성 관점에서 사업계획에 대한 재검토를 하여 설정된 다른 목표에 지장을 주지 않고 총체적 이용을 경감시키지 않으면서 경영성과를 개선시킬 수 있는 방안을 모색한다. 즉 지속가능한 범위 내에서 주별수확량의 증대, 생산계획과 관련하여 가급적 비용절감적인 생산방법의 확대, 각종 사업에 대한 노동생산성 제고, 기계화여부, 기타 합리화 가능성 등을 검토하여 재정효과를 높이는 방안을 강구하여 수립한다. 이러한 분석결과를 토대로 재정효과를 극대화하는 방안을 도출하고, 경영수지를 개선시키며 필요한 경우 단위계획 및 종합계획을 다시 수정함으로써 모든 계획과정이 종료된다.

### (1) 총 사업계획

임목생산, 조림 및 육림 등 10년 계획 기간내에 실행해야 할 총체적인 사업물량을 말하며 이를 계획적으로 실행하기 위해 영림계획구 전체사업을 대상으로 연간계획량을 사정한다. 보통 총 사업량을 계획기간으로 나눈 값을 연간계획량으로 한다. 산림경영은 연간계획에 따라 실행하며 연간계획량은 계획기간 범위 안에서 탄력적으로 조정하여 실행하되, 산림경영의 실효성을 높이기 위하여 가능한 유역완결방식의 사업이 되도록 계획한다. 실행결과는 경영계획부에 기록한다.

### (2) 재정계획

재정계획은 연간사업량을 토대로 계획집행에 소요되는 예산을 산정하고 조달 가능한 재원을 평가하므로서 사업계획의 원활한 수행을 도모하는데 있다. 재정계획의 수립시 단위사업별 소요예산 및 수입원별 예상수입 등을 면밀히 검토하게 되는데 이는 향후 10년간 당해 영림계획구의 산림예산편성기초가 된다.

### (3) 노동력수급 및 임업기계화 계획

(가) 노동력수급계획은 사업계획에 포함된 사업량에 근거하여 소요노동력을 계산하고 현 보유 노동력을 감안하여 작성한다.

(나) 임업기계화 계획은 사업계획 실행상 필요한 임업기계장비의 소요량으로 보유 현황과 비교하여 추가 보급여부를 계획하고 현 보유 장비의 활용도를 높이도록 계획한다.

## 2.6.4. 산림조사

### 2.6.4.1. 조사대상 산림

- 가. 당해연도 산림조사 계획이 수립된 영림계획구내 산림
- 나. 신규취득한 산림

※ 조사대상에서 제외되는 국유림(산림법시행규칙제54조)

- 특별시 및 광역시 관할 구역안에 소재하는 국유림
- 불요존국유림 및 조림 이외의 목적으로 대부된 국유림
- 민간인통제선 북방지역의 국유림(지방청장이 국유림경영상 필요한 경우 제외)
- 군사상목적 또는 시험연구 목적으로 사용하는 국유림
- 소면적 분산된 요존국유림 중 경영부적지

### 2.6.4.2. 산림구획

#### 가. 임반

- (1) 면적 : 가능한 100ha 내외 구획하고, 현지여건상 불가피한 경우는 조정가능하다.
- (2) 구획 : 하천, 능선, 도로 등 자연경계나, 도로 등 고정적 시설을 따라 확정한다. 사유림은 100ha미만 1필지 소유산주의 경우는 지변별로 구획한다.
- (3) 번호 : 영림계획구 유역 하류에서 시계 방향으로 연속되게 아라비아 숫자 1.2.3..으로 표기하고, 신규재산취득 등의 사유로 보조임반을 편성할 때에 연접된 임반의 번호에 보조번호를 부여한다. 보조임반은 1-1, 1-2, 1-3...순으로 부여한다(예 : 1-1 ⇒ 1임반, 1보조임반). 임반번호는 아라비아 숫자로 유역 하류에서부터 시계방향으로 연속하여 부여하고 신규재산취득 등의 사유로 보조임반을 편성할 때에는 연접된 임반의 번호에 보조번호를 부여한다.

#### 나. 소반

- (1) 면적은 최소 1ha 이상으로 구획하되 부득이한 경우에는 소수점 한자리까지 기록할 수 있다.
- (2) 지형지물 또는 유역경계를 달리하거나 사업상 취급을 다르게 할 구역은 다음과 같이 소반을 달리 구획한다.
  - (가) 기능(생활환경보전림, 자연환경보전림, 수원함양림, 산지재해방지림, 산림휴양

림, 목재생산림)을 고려한다.

(나) 지종(법정제한지, 일반경영지 및 입목지, 무립목지)이 상이할 때

(다) 임종, 임상, 작업종이 상이할 때

(라) 임령, 지리, 지위, 운반계통이 상이할 때

(3) 번호 : 임반 번호와 같은 방향으로 소반명을 1-1-1, 1-1-2, 1-1-3....연속되게 부여하고, 보조소반의 경우에는 연접된 소반의 번호에 1-1-1-1, 1-1-1-2, 1-1-1-3....로 표기한다(예: 1-1-1-3 ⇒ 1임반, 1보조임반, 1소반, 3보조소반 1-0-1-3 ⇒ 1임반, 1소반, 3보조소반)

※ 면적산출 : 1/25,000 또는 1/5,000 도면상에서 격자판 또는 구적기로 산출하거나 수치지도상 측정된 면적으로 확정한다.

#### 2.6.4.3. 일반현황 조사

산림조사시 단위에 있어 면적(ha), 재적( $m^3$ ), 죽재의 경우는 “속”으로 하며, 생장량을 제외하고 정수 처리한다.

##### 가. 산림의 지리적 위치, 면적 및 지세

행정구역상의 위치와 면적 및 인접 영림계획구의 관련 상황, 경도와 위도 및 산림대, 하천과의 거리 및 주요산맥의 해발고, 하천의 수원관계 등을 조사하고 영림계획구 전체에 대한 대체적인 지위와 지세를 조사한다.

##### 나. 면적

영림계획구의 면적과 영림계획 편성면적 및 행정구역별 면적을 조사한다.

##### 다. 기상

영림계획구의 온도, 습도, 강우량, 풍속, 일조량을 개략적으로 조사하되, 인근의 기상대의 과거 관측자료를 평균치로 활용한다.

##### 라. 경영연혁

과거부터 현재까지의 소유관리 변천연혁과 경영계획편성 연혁을 조사한다.

##### 마. 산림개황

영림계획구 산림에 대한 모암구성, 토양성질, 비옥도와 산림을 구성하고 있는 수종,

임종, 임령, 축적량 등을 개략조사하고 전차기의 특기할 만한 산림경영방법이나 문제점 등을 조사한다.

#### 바. 교통시설 및 임산물 시장상황

임산물의 반출 및 이동 등을 위한 교통시설을 조사하고, 임산물생산에 대한 소비상황 및 시장가격 등을 조사한다.

#### 사. 산원주민의 실정

인구 및 직업상황, 타 산업의 발달 및 토지이용 상황, 임금 등에 대하여 개략적으로 조사한다.

#### 아. 기타사항

지역주민이 요구하는 사항(임산물채취, 등산로개설, 산촌마을조성 등)과 지역사회가 참여하고자 하는 사항을 조사한다.

#### 2.6.4.4. 지황조사

##### 가. 지종구분

- 입목지 : 수관점유 면적 및 입목 본수비율이 31% 이상 점유하고 있는 임분
- 무립목지
  - 미립목지 : 수관점유 면적 및 입목본수 비율이 30% 미만인 임분
  - 제지 : 암석 및 석력지로 조림이 불가능한 임지
- 법정지정림 : 산림법 등 관계법률에 의거 지정된 법정임지(국립공원, 보안림, 산림유전자원보호림, 상수도보호구역 등)

나. 방위 : 구획한 임지의 주 사면을 보고 동, 서, 남, 북, 남동, 남서, 북동, 북서의 8방위로 구분한다.

다. 경사도 : 환경사지, 경사지, 급경사지, 험준지, 절험지로 구분하며 그 기준은 다음과 같다.

- 환경사지 (완) : 15도 미만
- 경사지 (경) : 15~20도 미만
- 급경사지 (급) : 20~25도 미만
- 험준지 (험) : 25~30도 미만

- 절 험 지 (절) : 30도 이상
- 라. 표고 : 지형도에 의거 최저에서 최고 높이를 표시(예 : 600~800m)한다.
- 마. 토양형 : 점토의 함유량으로 구분한다.
- 사토(사) : 흙을 손에 쥐었을 때 대부분 모래만으로 구성된 감이 있을 때(점토의 함유량이 12.5%이하)
- 사양토(사양) : 모래가 대략 1/3~2/3을 점하는 것(점토의 함량이 12.6%~25%)
- 양토(양) : 대략 1/3미만의 모래를 함유하는 것(점토의 함유량이 26%~37.5%)
- 식양토(식양) : 점토가 대략 1/3-2/3를 점하고 점토 중 모래를 약간 촉감 할 수 있는 것(점토 함량이 37.6%~50%)
- 점토(점) : 점토가 대부분인 것(점토 함유량이 50% 이상)
- 바. 토심 : 유효토심의 깊이에 따라 천, 중, 심으로 구분한다.
- 천(천) : 유효토심 30cm미만
- 중(중) : 유효토심 30~60cm미만
- 심(심) : 유효토심 60cm이상
- 사. 건습도

<표 5-2-3> 건습도의 표시, 기준 및 해당지

표시	기준	해당지
건조	흙을 손으로 꽉 쥐었을 때 수분에 대한 감촉이 거의 없음	풍총지에 가까운 경사지
약건	흙을 손으로 꽉 쥐었을 때 손바닥에 습기가 약간 묻을 정도	경사가 약간 급한 사면
적윤	흙을 손으로 꽉 쥐었을 때 손바닥 전체에 습기가 묻고 물에 대한 감촉이 뚜렷함	계곡, 평탄지, 계곡평지, 산록부
약습	흙을 손으로 꽉 쥐었을 때 손가락 사이에 약간의 물기가 비친 정도	경사가 완만한 계곡 및 평탄지
습	흙을 손으로 꽉 쥐었을 때 손가락 사이에 물방울이 맺히는 정도	낮은 지대로 지하수위가 높은곳

- 아. 지위 : 임지생산력 판단 지표로 상, 중, 하로 구분하여 조사한다
- 직접조사법 : 우세목의 수령과 수고를 측정하여 지위지수표에서 지수를 찾거나 임목자원평가프로그램에서 산정한다.
- 간접조사법 : 산림입지조사 자료를 활용한다.

<표 5-2-4> 지위별 수고 지위지수

영 급	지 위 지 수					
	침 엽 수			활 엽 수		
	상	중	하	상	중	하
I	≥4	3	≤2	≥9	8~6	≤5
II	11	10~6	5	14	13~8	7
III	17	16~9	8	16	15~9	8
IV	20	19~10	9	17	16~8	9
V	22	21~11	10	17	16~11	10
VI이상	≥22	21~11	≤10	≥17	16~11	≤10

\* 침엽수 임분은 주 수종기준, 활엽수는 참나무기준

자. 지리 : 10등급으로 임도 또는 도로까지의 거리를 100m 단위로 구분한다.

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| ① 1급지 : 100m 이하     | ② 2급지 : 101~200m 이하 |
| ③ 3급지 : 201~300m 이하 | ④ 4급지 : 301~400m 이하 |
| ⑤ 5급지 : 401~500m 이하 | ⑥ 6급지 : 501~600m 이하 |
| ⑦ 7급지 : 601~700m 이하 | ⑧ 8급지 : 701~800m 이하 |
| ⑨ 9급지 : 801~900m 이하 | ⑩ 10급지: 901m 이상     |

차. 하충식생 : 천연치수 발생상황과 산죽, 관목, 초본류의 종류 및 지면 피복도를 조사하여 기재한다.

#### 2.6.4.5. 임황조사

임종은 천연림(천)과 인공림(인)으로 구분한다.

※ 천연림을 보육한 임지라 하더라도 천연림으로 구분한다.

##### 가. 수종

○ 침엽수 : 수종별로 기입한다.

예) 소나무, 잣나무, 낙엽송, 전나무 등

○ 활엽수 : 다음에 열거한 수종을 기입한다.

예) ① 상수리나무 ② 굴참나무 ③ 신갈나무 ④ 떡갈나무 ⑤ 오리나무  
 ⑥ 박달나무 ⑦ 자작나무 ⑧ 피나무 ⑨ 사시나무 ⑩ 느티나무  
 ⑪ 황철나무 ⑫ 가래나무 ⑬ 아까시나무 ⑭ 들메나무 ⑮ 층층나무  
 ⑯ 물푸레나무 ⑰ 음나무 ⑱ 밤나무 ⑲ 현사시 ⑳ 포플러

※ 20개 수종 이외에는 기타 활엽수로 기재한다.

- 혼효림 : 우점 수종을 기재 한다

#### 나. 임상구분 기준

##### (1) 무입목지

- 미입목지 : 입목본수 비율 30%미만인 임분
- 제지 : 임지 이외의 토지로서 묘포, 건물, 임도, 방화선 등 산림경영에 필요한 시설부지와 하천, 지소, 암석지, 풍충지대 등으로서 임목 육성에 사용치 못하는 임지

##### (2) 입목지 : 수관점유면적 또는 입목본수 비율(재적)에 의하여 구분

- 침엽수림(침) : 침엽수가 75%이상 점유하고 있는 임분
- 활엽수림(활) : 활엽수가 75%이상 점유하고 있는 임분
- 혼효림(혼) : 침엽수 또는 활엽수가 26%~75% 점유임분

다. 혼효율 : 수종별 재적의 100분율로 표시, 다만 치수림은 입목본수 또는 점유면적의 100분율로 표시한다.

#### 라. 임령

- 임분의 최저, 최고 수령 범위를 분모로 하고 평균수령을 분자로 표시(예 : 18/10~30)한다.
- 인공조림지는 조림년도의 묘령을 기준으로 임령을 산정하고, 그 외 임령 식별이 불분명한 임지는 생장추를 직접 뚫어 보아 임령을 산정한다.

마. 영급 : 10년을 I 영급으로 하며, 영급기호 및 수령범위는 다음과 같다.

<표 5-2-5> 영급기호 및 수령범위

기 호	수령범위
I	1~10년생
II	11~20년생
III	21~30년생
IV	31~40년생
V	41~50년생
VI	51~60년생
VII	61~70년생
VIII	71~80년생
IX	81~90년생
X	91~100년생

바. 평균수고 : 측고기를 이용하여 임목수고의 최저, 최고를 측정하여 임분수고 범위를 분모로 하고 평균수고를 산출하여 문자로 표시한다(예 : 15/10-20).

사. 평균경급 : 임목의 가슴높이 지름(120cm)을 측정하여 최고, 최저 경급의 범위를 분모로 하고 평균경급을 문자로 표시하며 경급구분 기준은 다음과 같이 한다(예 : 24/14-30).

아. 소밀도 : 조사면적에 대한 임목의 수관면적이 차지하는 비율을 100분율로 표시한다.

- 소(') : 수관밀도가 40%이하인 임분
- 중(") : 수관밀도가 41~70%인 임분
- 밀(") : 수관밀도가 71%이상인 임분

자. 축적 : ha당 축적, 총 축적을 소수점이하 둘째자리까지 구한다.

- 현실축적 : 실재 조사된 자료를 토대로 현실축적 산출
- 법정축적 : 조사된 영급상태와 생장상태가 법정상태인 축적 산출
- 연년생장량 : 국립산림과학원에서 배부된 지역별 생장율표를 적용하여 파악

#### (1) 조사일반

- 재적측정 대상임목 : 가슴높이지름 6cm이상의 임목
- 가슴높이지름 측정부위 및 측정단위 : 지상고 120cm위치의 직경을 2cm 팔약으로 측정  
(예) 4cm : 3.0 ~ 4.9cm, 6cm : 5.0 ~ 6.9cm
- 수고측정 :  $m$ 단위로 측정하고  $m$ 이하는 정수처리 한다.

#### (2) 조사방법

- 전수 조사 : 소반내의 모든 임목의 경급과 수고를 전부 조사하여 재적을 산출한다.
- 표준지조사 :
  - 표준지는 산림(소반)내 평균임상인 개소에서 선정하고 1개소 표준지 면적은 최소 0.04ha( $20m \times 20m$ ,  $10m \times 40m$ )로 한다.
  - 수고는 가슴높이 지름별로 평균수고를 산출한다. 다만, 동일 유역에서는 같은 수고를 적용할 수 있다.
  - 표준지 내에서 측정된 임목의 평균 가슴높이 지름과 평균수고를 통하여 표준지 내 재적을 구한 후 이를 기준으로 전 재적을 산출한다.
- ※ 임분 평가시 임목자원 평가 프로그램을 이용한다.
- 기타 조사 : 과거의 조사자료가 있는 임지에 대하여는 실측조사를 생략하고 연

년생장을 등을 감안하여 경험측에 의한 조사를 실시할 수 있다.

- 조사방법의 적용 : 신규조사지 또는 영림계획 기간 내 별채사업을 할 때에는 전수 또는 표준지조사를 실시하고, 그 외의 임지에 대하여는 기타조사 방법으로 실시할 수 있다.

차. 기능별 구분 : 산림의 6가지 기능에 대하여 산림기능도를 참고하여 작성하되, 보호기능, 법정사항, 현지실정 등을 감안하여 분류 기록한다.

(1) 생활환경보전림(생) : 도시와 생활권 주변의 경관 유지 등을 쾌적한 환경을 제공하기 위한 산림으로서 산림법에 의한 풍치보안림, 비사방비보안림, 도시공원법에 의한 도시공원 안의 산림, 개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법에 의한 개발제한구역 안의 산림, 경관림으로 지정된 산림, 그밖에 생활환경보전기능 증진을 위해 관리가 필요하다고 산림관리자가 인정하는 산림

(2) 자연환경보전림(자) : 생태 · 문화 · 학술적으로 보호할 가치가 있는 자연을 보전하기 위한 산림으로서 산림법에 의한 보건보안림, 어부보안림, 산림유전자보호림, 채종림, 채종원, 시험림, 백두대간보전에 관한 법률에 의한 백두대간보호지역 안의 산림, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 의한 보전녹지지역 안의 생태계보전지역, 생태 · 자연도 1등급 권역 안의 산림, 조수보호 및 수렵에 관한 법률에 의한 조수보호구 안의 산림, 습지보전법에 의한 습지보호지역 안의 산림, 독도등도서지역의 생태계보전에 관한 특별법에 의한 특정도서 안의 산림, 전통사찰보존법에 의한 사찰림, 문화재보호법에 의한 문화재보호구역 안의 산림, 수목원조성 및 진흥에 관한 법률에 의한 수목원 안의 산림, 대학설립 · 운영 규정에 의한 연습림, 고등학교 이하 각급 학교 설립 · 운영 규정에 의한 교지 안의 학교숲, 그밖에 자연환경보전을 위해 관리가 필요하다고 산림관리자가 인정하는 산림

(3) 수원함양림(수) : 수자원함양기능 및 수질정화기능을 높이기 위한 산림으로서 산림법에 의한 수원함양보안림, 수도벼베에 의한 상수원보호구역 안의 산림, 한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률 시행 규칙에 의한 한강수계 지역 안의 산림, 영상강 · 섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률 시행 규칙에 의한 영산강 · 섬진강수계 지역 안의 산림, 금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률 시행 규칙에 의한 금강수계 지역 안의 산림, 낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률 시행 규칙에 의한 낙동강수계 지역 안의 산림, 댐건설 및 주변 지역 지원 등에 관한 법률 제2조의 규정에 의한 댐으로 집수되는 자연 경계 구획 산림, 그밖에 수원함양기능 증진을 위해 관리사 필요하다고 산림관리자가 인정하는 산림

(4) 산지재해방지림(재) : 산사태, 토사유출, 대형산불, 병해충 등 산림재해방지 및 임지보전을 위한 산림으로서 사방사업법에 의한 사방지(산사태복구지 포함), 산림법에 의한 토사방비보안림, 과밀임분으로서 산사태가 우려되는 지역의 침엽수 단순림, 대형산불의 발생이 우려되는 지역의 침엽수 단순림, 산림병해충의 피해 우려가 있는 단순림, 그밖에 산지재해방지기능 증진을 위해 관리가 필요하다고 산리관리자가 인정하는 산림

(5) 산림휴양림(휴) : 다양한 휴양기능을 발휘할 수 있는 특색있는 산림과 생태적·경관적으로 다양한 산림으로서 산림법에 의한 자연휴양림, 그밖에 휴양기능 증진을 위해 관리가 필요하다고 산림관리자가 인정하는 산림.

(6) 목재생산림(목) : 생태적 안정을 기반으로 하여 국민경제 활동에 필요한 양질의 목재를 지속적으로 생산·공급하기 위한 산림으로서 산림법에 의한 요존국유림, 임업및산촌진흥촉진에관한법률에 의한 임업진흥권역 안의 목재생산을 위한 산림, 경제림단지로 지정된 산림, 그밖에 목재생산기능 증진을 위해 관리가 필요하다고 산림관리자가 인정하는 산림.

타. 목표임상 : 국립산림과학원에서 제작한 적지적수도, 기후, 현수종의 분포 등을 고려하여 최종수확기까지 보육시킬 목표수종을 선정한다. 목표임상은 한가지 이상이 될 수 있으며 목표임상을 참고하여 목표임상도를 제작한다.

파. 산림소생물권 : 백두대간 등 특정지역, 희귀생물 서식공간으로 습지 및 건조지역, 노거수, 가치있는 노령고사목, 희귀 야생 동·식물종, 임연부, 산림내 공지 등으로서 특별히 보호 및 관리 또는 복원이 필요한 지역에 대하여 조사하되, 별도 조사된 자료 활용한다.

하. 특정임산물 : 산림내 잡재되어 있는 부존자원을 조사하기 위한 것으로 산나물, 야생화, 수액채취, 종실 및 벼섯채취량 등을 조사한다.

카. 특수림 지정현황 : 산림경영상 특별 목적으로 지정한 특수림 즉 경제림단지·문화재용 목재생산림·경관림지정 현황 등을 조사 기록한다.

#### 2.6.4.6. 사업계획량 조사

각종 사업계획량은 지역완결 통합 육림작업이 되도록 조사하여야 하며 시업 시기는 과거 시업상황을 고려하여 결정한다.

가. 조림예정지 정리 : 미립목지, 산불·병해충 피해임지, 수확벌채적지, 수종갱신

대상지 등에 대하여 조사하고 조림방법에 따라 지존물의 정리 및 정리방향 등에 대하여 조사계획 한다.

#### 나. 조림

(1) 미립목지, 산불·병해충·산사태등 피해임지, 수확벌채지, 수종갱신 대상지 등에 대하여 조사하고 조림방법에 따라 지존물의 정리 및 정리방향 등에 대하여 조사계획 한다.

(2) 조림수종은 목표임상에 따라 계획한다.

(3) ha당 식재본수는 임지의 여건과 경영목표에 따라 탄력적으로 계획한다.

○ 장별기 대경재 생산목적 : 침엽수류는 소식, 활엽수류 밀식

○ 수종별 계획 본수 : 침엽수류-1,000~3,000본, 활엽수류-3,000~10,000본

(4) 임지여건상 천연갱신이 가능한 임지는 천연갱신으로 유도한다.

#### 다. 육림

(1) 보식 : 새로이 도입된 수종 등 검증되지 않은 수종을 조림 할 때에는 20% 범위 내에서 보식계획을 수립할 수 있다.

(2) 풀베기 : 식재 당년부터 잣나무, 진나무 등 유시 생장이 느린 수종은 5년간, 기타 수종은 3년간 1회 실행하는 것을 원칙으로 하되, 현지 여건에 따라 년간 작업 횟수 및 작업기간은 가감 결정한다.

(3) 어린나무가꾸기 : 식재 후 5-10년 내외 임지를 대상으로 하되, 생육상황을 고려하여 작업기간을 조절할 수 있다.

(4) 덩굴류제거 : 인공림 및 천연림을 대상으로 하고, 임지상태를 감안하여 반복실행 할 수 있다.

(5) 무육간벌 : 임목 상호간의 경쟁으로 우열의 차가 생긴때 최초 간벌을 시작하여 주벌시 까지 5-10년 간격으로 반복실행 할 수 있다.

○ 수관이 상호 중첩되어 밀도조절이 필요한 임지에서 실행한다.

○ 미래목 생육에 지장이 없는 임목과 하층식생은 존치시켜 임목과 임지가 보호되도록 한다.

(6) 가지치기 : 활엽수는 가급적 가지치기를 하지 않도록 하고 가지치기 대상목은 수확목표직경 및 별기령의 1/3 이전에 실시(예 : 소나무의 경우 목표직경 60cm일 경우 20cm 이전)에 실시하여 수차례 실행한다.

#### (7) 천연림보육

○ 유령림 단계 : 평균수고 8m 이하로 임목간의 우열이 현저하게 나타나지 않는

### 천연임분

- 간벌단계 : 평균수고가 10~20m 정도로서 상층 임목간의 우열이 현저히 나타나는 임분, 상층임관이 울폐되어 생육공간의 경쟁이 심하게 이루어지고 있는 천연임분 등으로서 최소한 10년 이내에 주벌 수확 대상이 안되는 임분을 말하며, 반드시 면적과 벌채량을 함께 조사한다.

(8) 천연림 개량 : 형질이 불량하여 우량대경재생산이 불가능한 천연림과 유령림단계의 천연림 중 특용·소경재 생산이 가능한 임지를 조사한다.

(9) 움싹갱신지 보육 : 움싹갱신을 실시한 임지

#### 라. 임목생산

##### (1) 벌채

- 벌채종 : 개벌, 산벌, 택벌, 모수, 웨림, 수익간벌로 구분
- 벌채율 : 소반안의 벌채예정구역 내 축적에 대한 벌채재적의 백분율
- 재적 : 계획기간 중 벌채예정지의 축적 중 실제 벌채예상재적

#### 마. 시설

##### (1) 임도

- 임도시설 : 산림의 효율적인 개발·이용의 고도화 또는 촉진하기 위하여 필요하다고 인정되는 임지(간선임도 5개년 계획 및 관련부서와 협의)
- 임도구조개량 : 가옥, 농경지 등 피해우려 지역과 경관유지가 필요한 지역을 대상으로 하고 사면안정을 위한 구조물 및 녹화공종을 계획한다.(관련부서의 자료 참고 및 협의)
- 임도보수 : 기존 임도를 대상으로 임도의 유지·관리로 피해방지 및 활용도를 높이기 위하여 조사(관련부서의 자료 참고 및 협의)

##### (2) 사방

- 산지사방 : 자연적인 황폐지로 토사가 유출되어 하류에 직접·간접으로 재해가 발생되고 주변의 자연경관이 저해되고 있는 임지(관련부서의 자료 참고 및 협의)
- 예방사방 : 산사태 위험지를 대상으로 한다.(관련부서의 자료 참고 및 협의)
- 사방지 추비 : 기 시공한 사방지 중 최근 2개년 분과 당년도 시공지의 파식물을 대상으로 한다.(관련부서의 자료 참고 및 협의)

##### (3) 사방댐

- 사방댐 : 상류유역의 산지가 안정되었거나 계간과 산각이 불안정하여 호우시마다 풍화토층의 침식붕괴와 산사태 등의 발생으로 토사·석력이 유하 퇴적함으

로써 하류의 전·답·가옥·타 산업시설 등에 피해가 있거나 예상되고, 산불진화용수, 농업용수, 주민생활용수 등의 공급이 긴요한 계간을 대상으로 한다(관련부서의 자료 참고 및 협의).

- 사방댐 준설 : 기 시설된 사방댐에 토사·유목 등이 가득 차 준설이 필요한 곳이나 측벽, 물받이 등 일부 보수가 필요한 곳(관련부서의 자료 참고 및 협의)

#### (4) 휴양림(숲속수련장 포함)

산림법시행령 제31조에 부합되는 다음의 임지를 대상으로 한다.

- 자연경관이 아름답고 임상이 울창한 산림
- 국민이 쉽게 이용할 수 있는 지역에 위치한 산림
- 계곡과 함께 수원이 풍부한 산림
- 1단지 구역면적이 50ha 이상인 산림

#### 바. 소득사업

종별은 입지여건 및 지역특성을 감안하여 목재생산이외의 산림부산물 생산이 가능한 사업(산림내 약초재배, 관상수식재, 수목굴취, 수액채취, 산나물채취, 종실채취, 벼섯채취 등)을 생산량의 단위(kg, ℥, 본 등)에 따라 기록한다.

#### 2.6.4.7. 조사자료 정리

##### 가. 외업조사

- 자료준비 : 과거시업 관계를 도면에 모두 표시한다.
- 1일 조사면적 확정 : 1일 조사할 임반 코스를 확정(예>능선->계곡부 도면 표시)
- 조사방법
  - 도면에 표시한 임·소반 구획이 현지와 합당한지 실시한다.
    - 현지와 합당할 때 - 표준이 되는 위치에서 표준지 조사법에 의거 수고, 경급등, 임황 및 지황조사 실시
    - 불부합시 - 도면 위치 정정 후 지·임황조사 실시
  - ※ 소면적 화전조림지가 계획지에서 누락되어 과거 시업이 전무한 경우 → 소반 구획이 가능한 면적인 경우 반드시 보조소반으로 구획 관리
  - 조사구역내 특수 수종 및 특이사항(소로길, 방화선, 동굴 등)과 야생동식물 분포 등 함께 조사 기록 유지

## 나. 내업조사

- 면적정리 : 조사지역의 면적이 행정구역별 지번별 면적과 반드시 일치 되게 정리

<표 5-2-6> 지번별 임소반 구성표 작성(예)

소재지	지번	지 적		임 소반 구성		증 감	증감사유
		m <sup>2</sup>	ha	임소반	면적		
홍천.화촌.성산	산1	30,000	3	1가 나 소계	2 1 3		
	산2	50,000	5	1다 라 소계	3 2 5		
계		2필	80,000	8	8	0	

- 경영계획부 작성 : 영림계획프로그램에 의거 처리 정리
- 작업종별 시업계획 내역 작성
- 1/25,000 또는 1/5,000 임·소반별 임상도 작성 : FGIS에 의거 수치지도로 작성
- 각종 조사야장
  - 산림조사 야장
  - 표준지 매목조사 야장 및 재적 계산서
  - 수고조사 야장 및 수고 계산표
  - 산림조사 임야도(임소반 구획 및 시업 계획구역 구획)

### 2.6.4.8. 산림조사 준비사항

#### 가. 도 면

- 전차기 4개 도면(1/25,000) : 위치도, 영림계획도, 목표임상도, 산림기능도
- 참고도면 : 산림이용기본도, 임도망도, 산림입지도, 전차기 각종사업 실행도면

#### 나. 조사기구 준비

- 수고측정 : 측고기(순토, 텐드로메타, 하그로프측고기 등)
- 흉고측정 : 윤척 또는 직경테이프, 빌티모아스틱
- 측승 : 50m 규격 측승이 현지에서 사용하기가 가장 적당(표준지 설정)
- 생장추 : 수령측정(생장추로 수령 측정이 불가한 수종은 톱으로 잘라 측정)
- 격자판 : 도면상 면적 산출
- 산림조사야장, 표준지매목조사야장, 수고조사야장, GPS장비, 노트북, 계산기 등

#### 다. 기타 자료준비

- 국유재산 대장 : 지번별, 임소반별 면적내역 작성
- 전차기 조사이후 지적복구, 사유림매수, 관리환 등 변동된 필지별 내역 및 도면(위치도에 표시)
- 전차기 산림조사부 또는 경영계획부
- 전차기 각종 사업실적 내역 및 도면(조림, 육림, 임목생산 등)
  - 전차기 동안 실행한 모든 사업을 도면에 표시하고 사업별 완료보고서 등 사업내역 자료 취합
  - 전차기 사업실행 실측도(1/6,000)를 1/25,000도로 축소하여 조사도면에 표시

#### 2.6.4.9. 부표 및 참고자료

- <붙임 1> 산림조사야장(양식)
- <붙임 2> 표준지 매목조사 야장(양식)
- <붙임 3> 표준지 수고조사 야장(양식)
- <붙임 4> 표준지 재적조사(양식)
- <붙임 5> 영림계획서
- <붙임 6> 영림계획도

#### 2.6.5. 산림경영계획의 작성

##### 2.6.5.1. 산림경영계획 작성의 의의

영림계획은 산림생태계의 보호 및 다양한 산림기능의 최적 발휘를 위하여 산림보호·임산물생산·휴양문화·고용기능 등을 증진시키고, 산림경영에 대한 수지개선을 통해 합리적인 산림경영이 이루어지도록 유도하는데 있으며, 영림계획구에 대한 종합적인 경영계획을 10년 단위로 작성한다.

#### 2.6.5.2. 산림경영계획 작성자

##### 가. 국유림

- 지방산림관리청 관할 국유림 : 지방산림관리청장
- 제주도에서 관리하고 있는 산림청 소관 국유림 : 제주도지사

- 국립대학 연습림 및 조림대부(분수림 포함) : 차수인
- 다른 관리청 소관 국유림 : 당해 관리청장

산림경영계획 작성대상에서 제외되는 국유림(산림법 시행규칙 제54조)

- ① 특별시 및 광역시 관할구역 안에 소재 하는 국유림
- ② 도에서 관리하는 10㏊미만의 분산된 요존 국유림
- ③ 대부되지 아니한 불요존국유림
- ④ 조림이외의 목적으로 대부된 국유림
- ⑤ 군사상의 목적 또는 시험연구의 목적으로 사용하는 국유림
- ⑥ 민간인 통제선 북방지역의 국유림(지방산림관리 청장이 국유림 경영상 필요하다고 인정하는 경우를 제외한다)

#### 나. 민유림(공·사유림)

산림경영계획 작성은 산림소유자의 임의이며, 지속가능한 산림자원관리지침(산림청 훈령)에 적합하여야 한다. 산림소유자 또는 정당한 권원에 의하여 임목·죽을 소유 사용할 수 있는 자가 작성할 때는 영림기술자 자격증 소지자가 작성하여 시장·군수에게 인가신청한다. 다만, 임업후계자 또는 독립가가 소유하거나 경영하고 있는 산림에 대하여 영림계획을 작성하는 경우는 그러하지 아니하다.

##### 2.6.5.3. 산림경영계획구의 구분 및 명칭

###### 가. 국유림

- (1) 대부·분수림 영림계획구
  - 조림 대부림 영림계획구 : 수 대부자명을 붙인 명칭을, 2개 이상이 있을 때에는 수대부자명 다음에 지역명을 붙여 사용한다.
  - 분수 국유림 영림계획구 : 분수림 설정 받은 자의 이름을 붙인 명칭을 2개 이상이 있을 때는 분수림 설정자 다음에 지역명을 붙여 사용한다.
- (2) 다른 관리청 소관 국유림 영림계획구 : 다른 관리청소관 국유림을 관리하는 당해 기관의 장은 시·군, 자치구별로 영림계획구를 구분하고 그 명칭 앞에 관리기관명을 붙여 사용하고, 2개 이상의 영림계획구가 있을 때에는 관리기관명 다음에 지역명칭을 붙여 사용한다.

### (3) 산림청소년관 국유림 영림계획구

- 지방산림관리청 관할 국유림 영림계획구

국유림관리소 관할 구역 단위로 영림계획구를 구분하나 지방산림관리청장이 국유림 경영팀 운영 등 효율적인 산림경영을 위하여 필요하다고 인정될 때에는 2개 이상의 영림계획구로 구분할 수 있으며, 그 명칭은 영림계획구 앞에 국유림관리소명을 붙인 명칭을, 2개 이상의 영림계획구로 구분하였을 때에는 국유림관리소명 다음에 지역명을 붙여 사용한다.

- 도 관리 산림청소년관 국유림 영림계획구

시·군 관할 구역 단위로 구분하고 명칭은 영림계획구 앞에 시·군명을 붙여 사용하고 1개 시·군내에 2개 이상의 영림계획구가 있을 때에는 시·군명 다음에 지역명을 붙여 사용한다.

- 국립대학 연습림 영림계획구

시·군 관할 구역에 관계없이 집단화된 산림단위로 영림계획구를 구분하고 그 명칭은 영림계획구 앞에 대학명을 붙인 명칭을 사용하며 2개 이상의 영림계획구가 있을 때에는 대학명 다음에 지역명을 붙여 사용한다.

#### 나. 공유림

지역산림계획구안에 소재하는 공유림으로서 그 소유자가 영림계획을 작성할 산림의 단위

- 도유림 영림계획구

- 시·군·자치구 영림계획구

- 공공단체 영림계획구

영림계획 앞에 시·도, 시·군·자치구 또는 공공단체명을 사용하고 2개 이상의 영림계획구로 구분할 때에는 시·도, 시·군·자치구 또는 공공단체명 앞에 지역명을 붙여 사용한다.

#### 다. 사유림

지역 산림계획구안에 소재하는 사유림으로서 그 소유자가 임의로 영림계획을 작성할 산림의 단위

- 일반 영림계획구 : 산주가 자기소유 산림을 단독으로 경영하기 위한 영림계획구
- 협업 영림계획구 : 서로 인접한 사유림을 2인 이상의 산주가 협업으로 경영하

### 기 위한 영림계획구

- 산업비림 영림계획구 : 산업비림을 소유하도록 권장 받은 자가 자기소유 산림을 산업비림으로 경영하기 위한 영림계획구 등으로 구분하고 영림계획구 앞에 각각 산림소유자명, 협업체명, 법인체명을 붙여 사용하고 2개 이상의 영림계획구로 구분될 때에는 산림소유자명, 협업체명, 법인체명 앞에 각각 지역명을 붙여 사용 한다.

#### 2.6.5.4. 영림계획 기간

지역산림계획과 부합되도록 영림계획 기간은 10년으로 하며, 조림목적 대부림과 분수국유림은 대부 또는 분수림 설정기간 내에서 10년마다 작성한다.

#### 2.6.5.5. 산림경영계획 작성기준

##### 가. 산림경영계획의 작성사항

민유림(공·사유림)	국유림
① 경영목표 및 중점사업	① 조림 (갱신방법, 수종, 면적, 수량 등)
② 조림면적, 수종, 수량	② 육림 (비료주기, 풀베기, 어린나무가꾸기, 당굴제거, 천연림보육, 속아베기 등)
③ 육림(풀베기, 어린나무가꾸기)에 관한 사항	③ 임목생산 (벌채종, 벌채율, 벌채량, 생산방법, 재적 및 별기령 등)
④ 벌채(방법, 수량, 기준별기령)	④ 시설 (임도, 사방, 자연휴양림 등)
⑤ 임도, 작업로, 운재로 시설 등	⑤ 산림소득사업 (약초재배, 수액채취, 관상수식재, 부산물 생산, 등)
⑥ 산림소득의 증대를 위한 사업 등	⑥ 산림생태계 및 산지특정소생물권 관리 등

##### 나. 지종구분

- (1) 입목지 : 수관점유 면적 및 입목 본수비율이 31% 이상 점유하고 있는 임지
- (2) 무립목지
  - 미립목지 : 수관점유 면적 및 입목본수 비율이 30% 미만인 임분
  - 제지 : 암석 및 석력지로 조림이 불가능한 임지
- (3) 법정지정림 : 산림법 등 관계법률에 의거 지정된 법정임지(국립공원, 보안림, 산림유전자원보호림, 상수도보호구역 등)

## 다. 조림계획

갱신종별로 인공갱신(인), 천연갱신(천)으로 구분한다

(1) 조림대상 : 미립목지, 산불·병해충·산사태 등 피해임지, 수획벌채적지, 복종림조성을 위한 벌채적지, 수종갱신대상지, 조림실패지, 기타 조림이 필요하다고 인정되는 임지

(2) 조림수종 : 간이산림토양도 및 산림입지도상의 알맞은 나무, 현지조림 수종의 생육상태 및 향토수종을 감안하여 경영목적에 따라 결정한다.

(3) 식재본수 : 수종별 ha당 식재본수는 조림시책상의 기준본수(3,000본)에 의하되 지역실정이나 경영목적, 묘령에 따라 조정할 수 있다.

(4) 숲가꾸기 : 임분생장을 촉진하기 위하여 조림지의 풀베기(풀), 비료주기(비), 어린나무가꾸기(어린), 덩굴류제거(덩), 천연림보육(천), 속아베기(속) 등 숲가꾸기 사업 종은 “지속가능한산림관리지침(안)”에 의한다.

## 라. 벌채계획

### (1) 임목생산

임목생산은 주별(주), 수익간별(간)로 구분하며, 주별은 개별·산별·택별작업으로 실행하고, 수익간별은 도태·정량간별로 실행한다. 생산방법은 임목처분(입), 직영생산(직)으로 구분 기록한다.

#### (가) 종별이 주별인 경우

개별은 수확기에 도달한 임지 또는 불량임지나 산불피해지 등의 임지에서 실시하며, 전면적(5ha이하)·군상·대상개별로 실행한다. 모수작업은 개별작업의 한 형태로 형질이 우수한 임목으로서 종자결실이 풍부한 수종의 경우에 실시하며, 단목으로 남겨두는 산생모수법과 2~3분을 군으로 남기는 군상모수법으로 실행한다. 왜림작업은 개별작업의 한 형태로 활엽수 임분에서 맹아갱신으로 후계림조성이 가능한 임지에서 소경재 생산목적으로 실행한다. 산별은 벌기에 도달한 임분에서 천연갱신을 유도하는 작업법으로 수관확장과 종자발아의 적합한 토지상태를 준비하는 예비벌, 치수발생을 완료하는 하종벌과 최후에 제거하는 후벌의 3단계로 이루어지며, 군상·대상으로 실행할 수 있다. 택별은 수확기에 도달한 임분에서 벌채 가능한 일부 임목을 선택적으로 벌채하는 것으로 경급분배 및 임목축적에 급격한 변화를 주지 않는 갱신법이며 군상·대상·단목로 실행할 수 있다.

#### (나) 종별이 수익간벌인 경우

수익간벌은 목적임목 생육을 적극적으로 촉진하기 위하여 목적임목 생육에 장애가 되는 임목을 벌채하는 도태간벌과, 간벌의 실행기준을 간벌량에 두고 임목밀도를 조절하여 가는 정량간벌로 실행할 수 있다.

#### 마. 시설 및 소득사업 계획

##### (1) 시설

임도(작업로 포함)는 산림자원이용, 자원조성, 보호관리 등을 위하여 “임도확대 기본계획”에 따라 계획한다. 사방사업은 신규시설지로 사방과 사방댐으로 구분하여 기록한다.

##### (2) 소득사업

입지여건 및 지역특성으로 보아 목재생산 이외의 산림부산물 생산, 산림내방목, 산림내 약초재배, 관상수재배, 자연휴양림조성 등 소득사업이 가능한 개소는 산림복합 경영의 일환으로 공익적 기능을 현저히 해하지 않는 범위 내에서 산림소득 사업을 계획한다.

### 2.6.6. 산림경영계획의 운영

#### 2.6.6.1. 국유림

##### 가. 산림경영계획의 승인

지방산림관리청 관할 국유림의 경우 지방산림관리청장은 해당년도의 전년도 까지 관할 국유림의 영림계획을 작성하고 산림청장에게 보고하여야 한다. 다른 관리청 소관 국유림은 관서의 장, 제주도의 국유림을 관리하는 시장·군수가 영림계획을 작성하였을 때에는 특별시장, 광역시장, 도지사(재위임 받은자 포함)에게 승인신청

나. 산림청소관 국유림을 사용하는 국립대학 연습림은 사용하는 자가 작성하여 관할관리소장을 경유하여 지방산림관리청장에게 승인신청을 하여야 한다. 조림대부지(분수림 설정자 포함)는 수대부자(설정권자)가 작성하여 국유림관리소장에게 승인 신청한다. 국립대학연습림으로 사용하고 있는 국유림 및 조림대부림(분수림 포함)과 다른 관리청 소관 국유림의 영림계획은 당해연도 8월말까지 작성하여 당해 승인권자에

게 승인신청을 하고, 승인권자는 신청서를 접수한 날로 부터 60일이내에 그 승인여부를 결정하여야 하며, 영림계획내용을 보완할 필요가 있다고 인정될 때에는 보완작성하도록 하여 이를 승인할 수 있다.

#### 다. 영림계획의 변경

영림계획 변경은 다음 각호의 사유가 발생한 때에는 승인권자의 승인을 받거나 동의를 얻어야 한다.

- 산림기본계획 및 지역산림계획의 변경이 있는 때
- 중간평가 결과 변경이 필요하다고 인정될 경우
- 영림계획상 시업이 없는 개소를 시업하고자 할 때. 다만 영림계획지외에서의 별채시업이 가능한 경우에는 그러하지 아니한다.
- 민유림 매수·교환, 조림대부·분수림의 환수 등 신규 취득 산림에 대하여 조림 등의 사업을 하고자 할 때

영림계획을 변경하고자 할 때에는 당초의 영림계획서를 수정하고 변경사유를 명시하여 수정된 경영계획부 및 위치도, 영림계획도, 목표임상도, 산림기능도를 첨부한다.

#### 라. 영림계획지 이외에서의 사업

사업 실행자는 다음 각호에 해당하는 사유가 발생한 때에는 영림계획상 별채시업계획지가 아니더라도 변경승인 없이 별채지로 정할 수 있다.

- 공용, 공공용, 또는 공익사업을 위한 입목의 별채
- 천재지변 또는 이에 준하는 사태로 인하여 별채 등 긴급상황이 발생하였을 때
- 각종 피해목 및 지장목 별채
- 기타 국유림 사업수행에 지장이 있는 입목의 별채.

#### 마. 사업실행 및 기록

국유림관리소장은 사업실행 결과를 경영계획부에 기록하고, 영림계획작성현황 및 영림계획실행현황을 다음해 1월말까지 지방산림관리청장에게 보고하고, 지방산림관리청장은 이를 종합하여 2월말까지 산림청장에게 보고하여야 한다.

### 2.6.6.2. 민유림

시장·군수·구청장은 영림계획이 인가된 산림에 대하여 특별한 사정이 없는 한 국비 및 지방비의 보조·융자사업 등을 우선적으로 지원하여야 한다. 지금대상 우선순위는 ① 독립가·임업후계자 소유 산림, 협업영림계획구, 대리경영임지, ② 경제림

육성단지, 임업진흥촉진지역, ③ 보전산지 중 임업용산지, ④ 일단의 면적이 10ha 이상인 산림으로 정한다. 영림계획 인가신청 시에는 붙임 5의 영림계획서와 붙임 6의 영림계획도를 제출한다.

## 2.7. 산림통합관리

### 2.7.1. 산림통합관리권역의 개념과 의의

산림에 대한 국민의 수요는 직접재화인 목재 등 임산물에서 휴양, 생물다양성 보전, 수원함양을 위한 녹색댐, 탄소흡수원 등 다양해졌고, 국제적으로도 지속가능한 산림경영이라는 새로운 개념이 도입되면서 산림관리를 위한 새로운 목표와 전략을 수립할 필요성이 제기되어 왔다. 따라서, 치산녹화와 산지자원화에 치중해 왔던 과거의 임정은 지속가능한 산림경영의 달성을 목표로 전환되었고, 국가주도형 산림관리도 이해당사자가 모두 참여할 수 있는 산림통합관리시스템으로 변모를 꾀하고 있다.

지속가능한 산림경영(SFM)은 산림이 가진 다양한 기능이 지속적으로 유지·증진 되도록 관리하는 것으로, 그 목표를 달성하기 위한 새로운 통합산림관리시스템을 만들어 가는 것이다. 이의 구체적 발상전환은 조림·육림·사방사업 등 단편적 산림사업 수행을 유역단위 완결원칙의 통합산림사업으로 바꾸고, 국가주도형 하향식 산림관리(일방적 의사결정)를 산주·지역주민 등 이해당사자가 모두 참여하는 참여형 산림관리(통합의사결정)로 전환하며, 산림사업 실행 후 사후관리가 미흡한 결점을 생태계접근법(EA) 등 Feed-back 시스템으로 방식을 개선해 나가는 것이다.

산림통합관리시스템은 이러한 발상전환의 목표를 가지고 지역의 통합을 통하여 유역단위로 계통적인 산림체계를 구축하는 것이며, 기능의 통합을 통하여 생태·환경·경제·사회적으로 다양한 산림기능을 통합하여 관리하는 것이고, 사업의 통합을 통하여 조림, 숲가꾸기, 사방사업, 임도, 휴양림 조성 등 각 단위사업을 유역별로 통합 적용하는 것이며, 정보의 통합을 달성하여 국내외 정보, IT, ET 등 타분야 기술 등을 통합하는 산림지식정보시스템을 권역별로 구축하는데 그 의의가 있다.

### 2.7.2. 산림통합관리권역의 설정

전국 산림을 기후·지형·식생·토지이용패턴 등 특성에 따라 산악, 중부산야, 남

동산야, 남서산야, 해안 및 도서권역 등 5개 생태권역으로 구분하고, 이를 기반으로 산림의 생태계(기후, 지형, 식생, 토지이용패턴 등), 산림자원(산림면적, 임목축적, 산지이용면적 등), 임산물 생산(용재, 밤, 대추, 호도, 잣, 송이, 표고, 산나물 등), 사회 경제 일반현황(행정구역면적, 인구수, 세대수, 주택수 등) 등 사회경제적·생태적 특성에 따라 17개 산림통합관리권역으로 구분하였다. 산림통합관리권역별 관리목표는 그림 5-2-1과 같다.

### 2.7.3. 산림통합관리권역의 추진방향

사업추진체계를 단계별로 살펴보면,

#### 2.7.3.1. 기본사업단위의 편성

가. 사업실행을 위한 기본단위로 “유역” 개념을 도입한다.

(1) 유역면적 : 수계를 중심으로 하는 집수구역으로 산림면적 3~5천ha를 기준으로 구분하고 행정구역으로는 면 단위가 기준이 된다.

(2) 1개 권역내 약 100개의 유역으로 구성(전국 1,400여개)한다.

#### 2.7.3.2. 사업추진협의체의 구성

##### 가. 권역별 추진협의회

- 위원장 : 관할 시·도 행정부지사
- 위원 : 시·도 산림과장, 관할 지방산림관리청장, 국립산림과학원, 산림조합, 교수(강원대, 상지대 등), 독립가·후계자, 임업관련단체, 산주, 지역주민 대표 등으로 한다.

##### 나. 지역단위(시·군) 추진협의회

- 위원장 : 해당 시·군 부시장·부군수
- 위원 : 해당 시·군 산림담당과장, 관할 국유림관리소장, 국립산림과학원, 관할 산림조합장, 교수, 임업관련단체, 독립가·후계자, 산주, 지역주민 대표 등으로 한다.

#### 다. 유역단위(읍·면) 추진협의회

- 위원장 : 해당 산림담당과장
- 위원 : 해당 읍·면 산림담당, 관할 국유림관리소 총괄팀장, 국립산림과학원, 산림조합, 교수, 임업관련단체, 독립가·후계자, 산주, 지역주민 대표 등으로 한다.

#### 2.7.3.3. 산림통합관리계획의 수립

전문가그룹의 자문을 받아 사업추진협의체에서 직접 수립하거나 용역사업으로 추진하며, 기본사업 단위별 사업추진협의체가 중심이 되어 참여토록하고, 통합권역별 산림관리목표가 달성되도록 수립한다.

#### 2.7.3.4. 계획심의 및 예산배정

산림청 산림통합관리심의위원회에서 권역별 산림통합관리계획 및 통합예산 편성에 대한 심의·확정한다. 기본사업단위별 계획의 타당성 등을 검토하고, 전년도 예산액 등을 비교·검토하여 권역별로 예산을 배정한다.

#### 2.7.3.5. 사업실행

사업추진 협의체별로 산림통합관리사업 집행계획을 수립하여 사업을 실행하고, 기본사업단위인 유역별 집행계획을 수립 집행하고 모니터링 및 사업계획을 조정·실행한다.

향후 추진계획으로는 시범권역 추진과정에서 얻은 경험 및 지식을 바탕으로 분야별 산림통합관리 표준매뉴얼을 작성하여 확대·보급하고, 시범권역 추진결과를 바탕으로 제5차 산림기본계획 수립 시 관련기관, 관계전문가, 임업관련단체 등의 의견을 수렴하여 반영토록 할 계획이다.

<그림 5-2-1> 산림통합관리권역의 설정 및 관리목표

<h3 style="text-align: center;">&lt; 권역별 관리목표 설정 &gt;</h3>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 강원내륙산간권역 : 육성임업 · 청정 녹색관광</li> <li>2. 중부소백산간권역 : 산림문화 · 휴양 촉진</li> <li>3. 덕유산산간권역 : 육성임업</li> <li>4. 지리산육성권역 : 특수임산육성</li> <li>5. 경기북부권역 : 수도권 배후 녹색 관광개발</li> <li>6. 수도권역 : 환경임업 촉진</li> <li>7. 경북내륙권역 : 복합경영 개발</li> <li>8. 경남내륙권역 : 생태산촌육성</li> <li>9. 중부내륙권역 : 재배임업 육성</li> <li>10. 전라내륙권역 : 녹색관광</li> <li>11. 백두대간권역 : 금강송 · 송이자원 육성</li> <li>12. 강원해안권역 : 해양 및 산림휴양 자원화</li> <li>13. 충남해안권역 : 서해안 생태관광 육성</li> <li>14. 전라서부해안권역 : 임해복합경영</li> <li>15. 온난대림육성권역 : 난대생물자원 육성</li> <li>16. 남동해권역 : 환경임업 육성</li> <li>17. 제주 · 울릉권역 : 국제해양 및 산림휴양 진흥</li> </ol>	
<h3 style="text-align: center;">&lt;통합권역의 장점&gt;</h3>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 행정경계를 초월, 범지역적 산림통합관리체계 구축</li> <li>- 국 · 사유림의 공조체계 강화 및 지역협의체 구성운영</li> <li>- 산림자원의 효율적 활용을 위한 인프라 구축 가능</li> </ul>	

<불임 1>

### 산 림 조 사 야 장

조사일자 : 년 월 일 조사자 직·성명 :

일반조사

GPS좌표 :

임 반			소 반			①특수조림지현황
소재지	읍(면) 리(동)		산	번지		
②지종별 면적(ha)		③ 기능별		④법정지정립		
합 계		생활환경보전립		지정사항		면적(ha)
		자연환경보전립				
입목지		수 원 함 양 립				
무 립	소 계	산지재해방지립				
목 지	미립목지	산 림 휴 양 립				
	제 지	목 재 생 산 림				

목표임상⑤

*적지적수도, 기후, 현지 수종분포 등을 고려하여 결정
--------------------------------

산림조사

⑥지세		⑦토양			⑧지위	⑨지리	⑩임종	⑪임상	⑫소밀도
방위	경사도	표고	토양형	토심	건습도				

⑬수종	흔효율(%)(⑭)	임령⑮	영급⑯	평균수고(m)(⑰)	평균경급(cm)(⑱)

현실축적⑲		법정축적㉑		연년생장율㉑		
ha 당(m <sup>3</sup> /ha)	총(m <sup>3</sup> )	ha 당(m <sup>3</sup> /ha)	총(m <sup>3</sup> )	ha 당(m <sup>3</sup> /ha)	총(m <sup>3</sup> )	생장율(%)

\* 법정축적은 자동계산됨

하층식생(피복율)㉒	특정임산물㉓	산림소생물권㉔

적요	산림조사 참고사항 기록
----	--------------

경영계획

조림예정지정리㉕

면적(ha)	시급성㉖	㉗노동력(명)	㉘사업비(천원)

조림㉗

종별	시급성㉖	면적(ha)	수종	본수(본)	조림사유	㉗노동력(명)	㉘사업비(천원)

○ 육림⑧

종별	시급성⑥	면적(ha)	횟수	누적면적(ha)	③노동력(명)	③사업비(천원)

○ 임목생산⑨

종별	시급성 ⑥	면적 (ha)	벌채 종	벌채율 (%)	총재적 (m <sup>3</sup> )	생산방법	③노동력 (명)	③사업비 (천원)	수종및벌채 재적(m <sup>3</sup> )

○ 시설⑩

종별	시급성⑥	물량	③노동력(명)	③사업비(천원)

○ 소득⑪

종별	시급성⑥	기타소득	생산량	③노동력(명)	③사업비(천원)

□ 사업계획 수립배경 및 작업지시서

**⑭ 사업수립 배경**

- \* 사업수립배경 기록 목적 : 시간경과에 따른 임상이나 경영여건의 변화시 사업계획 수립의 당초 의도를 손쉽게 파악할 수 있도록 하기 위하여 기록한다.
- \* 조림, 육림, 임목생산 등의 사업계획 수립에 있어 계획수립의 배경 및 사유에 해당하는 내용을 기술 예) 어린나무가꾸기작업 계획시 잣나무 조림지에 침나무류의 맹아의 속성생장으로 조림복 생장에 방해가 되므로 본 작업계획 수립

**⑮ 작업지시서**

- \* 소반의 관리방향을 기초로 구체적인 작업방법을 제시한다.
  1. 소반연혁 및 현재의 관리상황을 참고하여 숲의 관리방향을 기술
  2. 현재의 임상과 목표임상을 고려하여 숲을 계속 보육할 것인지 또는 개신할 것인지 등 숲 관리 방향을 기술
  3. 산사태 위험이 있을시 사방시설 설치 또는 관리방향에 대하여 기술
  4. 산림소생물권 또는 특정임산물이 있는 경우 이에 대한 관리방향과 작업요령 기술
  5. 기타 소반에서 특별히 주의하여 관리를 해야하는 사항과 그에 따른 작업요령(임연부 작업 등) 기술
- 예) 1. 잣나무 조림복을 위주로 가꾸어 주고, 조림복이 고사한 지역은 우량 활엽수를 존치하여 가꾸어 주며, 제거된 산물을 산원에 깔아 임지비배를 유도한다.
- 2. 산사태 우려지역에 대하여는 벌채를 지양하고 심근성 수종의 보육과 산지사방시설 도입으로 산사태를 방지해야 한다.

소반연혁 및 관리상황

⑯ 소반연혁

\* 소반의 생성(신규매입 등), 소반의 변화(보조소반 편성 및 포함) 등의 상황을 기술

⑰ 관리상황

- \* 1. 경영계획부의 일반조사시 법정제한지에 대한 사항을 구체적으로 기록(예: 국립공원10ha, 수원함양 립5ha 등)
- 2. 당초의 임상 및 임상변화(풍해, 병해충피해 등) 등의 상황 기술
- 3. 조림방법, 육림, 벌채작업 실행, 병충해 방제 등의 상황 기술
- 4. 특수림 지정 및 해제 등 그동안 관리해 온 사항을 기술
- 5. 산림소생물권의 관리상황과 특정임산물(산나물, 야생화, 버섯 등)의 분포상황 및 생산가능량 등을 기록
- 6. 산사태 및 복구사항, 시설사업 상황 등을 기록

사업실적

○ 조림예정지 정리

연도	⑮면적(ha)	⑯노동력(명)	⑰사업비(천원)	사업비 지출월

○ 조림

연도	종별	⑮면적 (ha)	수종	본수(본)	조림사유	⑯노동력 (명)	⑰사업비(천원)		⑱수입(천원)	
							지출액	지출월	수입액	수입월

○ 육림

연도	종별	⑮면적 (ha)	횟수	누적면적 (ha)	⑯노동력 (명)	⑰사업비(천원)		⑱수입(천원)	
						지출액	지출월	수입액	수입월

○ 임목생산⑪

연도	종별	⑮면적 (ha)	수종및벌채 재적(m <sup>3</sup> )	벌채 종	벌채율 (%)	총재 적(m <sup>3</sup> )	생산 방법	⑯노동력 (명)	⑰사업비(천원)		⑱수입(천원)	
									지출액	지출월	수입액	수입월

○ 시설

연도	종별	물량	⑯노동력 (명)	⑰사업비(천원)		⑱수입(천원)	
				지출액	지출월	수입액	수입월

○ 소득

연도	종별	기타수종	생산량	⑯노동력 (명)	⑰사업비(천원)		⑱수입(천원)	
					지출액	지출월	수입액	수입월

○ 병해충방제 및 산림피해 복구⑫

연도	종별	⑮면적(ha)	⑯노동력(명)	⑰사업비(천원)	
				지출액(천원)	지출월

<불임 2>

표준지 매목조사 야장

영림계획구 :

조사일자 : 년 월 일

임 반 :

소 반 :

표준지면적 : ha

임 상 :

조사자 직·성명 : 인

수종	흉고직경	본수	계	수종	흉고직경	본수	계

<불임 3>

표준지 수고조사 야장

영림계획구 :

조사일자 : 년 월 일

임 반 :

소 반 :

수 종 :

조사자 직·성명 : 인

직경급	조사목별수고										비고
	산록			산복			산정			합계	평균
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		

<불임 4>

표준지 재적조서

영림계획구 :      조사일자 :      년      월      일

개      소 :

임      소      반 :

면      적 :      ha

표준지면적 :      ha

표준지개소수 :

수      종 :      조사자 직 · 성명 :      인

표      준      지					재적	
경급 (cm)	수고 (m)	본수 (본)	단재적 (m <sup>3</sup> )	재적 (m <sup>3</sup> )	ha당재적 (m <sup>3</sup> )	총재적 (m <sup>3</sup> )

<붙임 5>

### 영 림 계 획 서

#### □ 영림계획 개요

영림계획구 명칭 및 면적	영림계획구 ha				영림계획 기간	~
산림소유자	성명	외인	주민등록 번호		주소	전화 :
작성자	성명	(서명 또는 인)	자격증번호		주소	전화 :
인가사항	담당자				인가일자	년 월 일
변경인가	담당자				인가일자	년 월 일
	변경사항					
<구비서류> 영림계획도						

#### □ 산림현황

①소유자	②산림소재지	③지번	④임반	⑤소반	⑥면적(ha)	⑦산지구분	⑧경사도

#### □ 임황조사

지번	임반	소반	⑨수종	⑩임령	⑪수고(m)	⑫경급(cm)	⑬총축적(m³)

경영계획 및 실행실적

(14) 경영목표							
(15) 중점사업							

(16) 조 림	지 번	임 반	소 반	계획					실행					
				연도별	수종별	면적(ha)	본수 (본)	조림 사유	연도별	수종별	면적(ha)	본수 (본)	조림 사유	
(17) 금 가 꾸 기	지 번	임 반	소 반	계획					실행					
				연도별	종별	면적(ha)	비고	연도별	종별	면적(ha)	비고			
(18) 임 목 생 산	지 번	임 반	소 반	계획					실행					
				연도별	사업 종별	작업 종별	수종	면적 (ha)	재적(m <sup>3</sup> ) (본수)	연도별	사업 종별	작업 종별	수종 (ha)	면적 (m <sup>3</sup> ) (본수)
(19) 시 설	지 번	임 반	소 반	계획					실행					
				연도별	종별	개소수	사업량(km)	연도별	종별	개소수	사업량(km)			
(20) 소 득 사 업	지 번	임 반	소 반	계획					실행					
				연도별	품목	작업종	사업량	연도별	품목	작업종	사업량			

210mm×297mm  
(보존용지(1종) 70g/m<sup>2</sup>)

<불임 6>

### 영 림 계 획 도

(1/5,000 또는 1/6,000 지형도에 임소반, 임상, 영급, 소밀도, 사업위치 표시)

	영림구계	임·소반계	주 벌	간 벌	조 림	소생물권	임도시설	도로	하 천
작성 예	녹색변채	검은색 	주황색 연변채 	황 색 연변채 	하늘색 명 채 	녹 색 연변채 	적색점선	적 색 	청 색 

210mm×297mm

(보존용지(1종) 70g/m<sup>2</sup>)

※ 예시를 참조하여 선, 색 등은 자율적으로 정하여 알기 쉽게 그린다.

영림계획도에는 작성년월일, 행정구역계, 임소반계, 하천, 방위, 면적, 임상, 영급, 축적, 소밀도, 임도, 도로, 주벌, 간벌, 조림, 소생물권 등을 표시하되 추가할 사항은 작성자의 판단에 따른다.

### 3. 산촌 개발

### 3. 산촌개발

#### 3.1. 산촌의 개념과 산촌 구성요소

##### 3.1.1. 산촌의 개념 및 정의

산촌은 일반적으로 ‘산간오지에 위치한 촌락’ 또는 ‘산림이 많은 지역’ 등으로 이해되거나, 도시 또는 농촌과 구별되는 단순한 지역개념으로 사용되기도 한다. 혹은 입지적으로 산간에 위치할 뿐 산업구조나 취업구조면에서 농촌과 비슷하여 농촌의 일부인 ‘산간농촌’으로 인식되기도 한다.

역사적으로 볼 때 농경사회에서는 산업의 주축이 농업이었기 때문에 농지와 산지가 모두 식량생산을 위해 사용되었다. 평야지역에 비해 농업 여건이 불리했던 산촌 지역에서는 화전을 통해 식량을 생산하거나 개간 가능한 산지를 논밭으로 활용했기 때문에 농촌과 산촌의 구분이 불분명했다. 산촌도 농촌의 연장선상에서 식량생산을 위한 공간으로 인식되었기 때문이다.

그러나 산촌은 그 성립배경이나 경제·사회적 여건, 공간구조 및 기능과 역할에 있어서 농촌과는 특성이 다른 바, 일반적으로 산촌이란 산으로 둘러싸인 산림 가운데 위치하는 촌락으로 임야점유 비율이 높고 경지율이 낮아 소득이 낮으며, 사회·경제·문화적 혜택에서 소외되어 산업기반이 취약하고 생활환경의 정비수준이 낮은 인구 과소화지역이라 할 수 있다.

한편, 선진국에서는 산촌을 국토공간상의 하나의 공간으로서 보다는 낙후에 초점을 맞추어 특정문제지역으로 인식하는 경향이 강하다.

###### ※ 농촌의 개념

- 농촌이란 농업을 생업으로 하고 있는 농민들이 모여살고 있는 마을, 즉, 농업이라는 생업에 의존하여 살아가는 사람들에 의해 조직되고 통합된 지역공동체로서 지리적 공간단위(마을, 자연부락, 촌락 등)를 중심으로 농업과 농민이 통합된 개념임.

산촌은 임야율이 높아 임업적인 용도로의 토지이용이 많아 임업에의 의존성이 평지농촌보다 높다. 동시에 경지율이 낮아 자연조건의 열악으로 농업생산력이 낮은 농업한계지역으로서 조방적인 농업이용과 방치해놓은 토지가 많은 토지이용형태의 존재를 나타낸다고 볼 수 있고 농업토지의 이용이 불리하다. 인구밀도가 낮아 사회기반시설이 부족하고 산업개발의 정도가 낮은 낙후지역이라고 볼 수 있다.

따라서 산촌이란 산으로 둘러싸인 산림 가운데 위치하는 촌락으로 임야율이 높고 상대적으로 경지율이 낮아 소득이 낮으며, 사회·경제·문화적 혜택에서 소외되어 산업기반이 취약하고 생활환경의 정비수준이 낮은 인구 과소화지역으로 정의할 수 있다.

#### ※ 법령에 규정된 산촌의 정의

- 산촌 (우리나라의 「산림기본법」 제3조(산촌))

“산촌”이라 함은 산림면적의 비율이 현저히 높고 인구밀도가 낮은 지역으로서 대통령령이 정하는 지역을 말한다.

- 산촌 (일본의 산촌진흥법)

“산촌”이라 함은 임야면적의 점유비율이 높고, 교통조건 및 경제적·문화적 제조건의 혜택과 산업의 개발정도가 낮으며 주민의 생활문화 수준이 열악한 산간지, 기타지역으로 政府에서 정하는 요건에 해당되는 지역을 말한다.

### 3.1.2. 산촌의 구성요소

산촌은 특정한 장소 또는 지역을 가리키는 공간을 나타내는 동시에 그속에 더불어 사는 사람들의 공동체이기도 하다.

따라서 산촌을 구성하는 기본요소로서는 산촌주민, 그들이 일하는 특정공간인 토지요소로서 산지(산림), 생산활동으로서 임업 또는 산지농업 등 산촌산업, 그들이 살고 있는 터전인 정주공간으로 구성되어 있으며, 이들 요소간에는 유기적 또는 독립적으로 연결되어 있다.

- 산촌주민 : 산촌에 살고 있는 주민으로서 산촌사회를 구성하며 산촌개발의 주체이면서 동시에 정책의 대상이기도 하다.
- 산지 : 산촌을 이루는 주요한 토지요소로서 각종 동식물이 서식하는 자연자원인 동시에 산촌생활의 기초적인 생산 및 생활 터전이다.
- 산촌산업 : 농산물과 목재·산림부산물, 산림농업, 복합산림경영에서 최근에서 산림휴양, 녹색관광 등의 휴양산업도 포함된다.

- 정주공간 : 산촌마을과 주변중심지와의 사이에 일어나는 정주체계로서 산촌주민 생활의 터전이자 공동생활의 장소이다.

### 3.1.3. 산촌구분지표

산촌을 구분하는 지표는 산촌의 개념에 바탕을 두고 있으므로 이에 영향을 받게 되며, 산촌의 성립배경이나 시대적 여건·관점의 변화에 의해서도 달라진다. 산촌지역을 국토공간의 한 부분으로 보는 경우 자연환경·입지적 특성의 구분지표가 주로 이용되고, 문제중심으로 보는 경우 주로 산업구조·경제적·사회문화적 지표가 이용된다.

산촌을 구분하는 지표는 나라마다 다르고, 국내에서도 합의된 명확한 지표는 없으나 주로 임야율, 경지율, 인구밀도, 인구감소율 등의 지표가 사용되고 있다.

<표 5-3-1> 산촌지역 구분지표

자연환경적 지표	경제적 지표	사회적 지표
임야율	경지율	인구밀도
해발고	산업구조 취업인구	인구감소율 교육수준

※ 산촌구분지표의 성격

#### ○ 임야율

전체 토지면적 중 산림이 차지하고 있는 비율로써, 임야율이 높다는 것은 대부분의 토지가 산지로 구성되어 있으며, 경지중 밭비율이 높음을 의미하며 산촌 지역을 가장 잘 대표하는 지표이다.

#### ○ 경지율

경지율이 낮다는 것은 산림이 많아 경지가 적고, 또한 경지의 대부분이 경사지로써 그 특성상 소득이 낮다는 것을 의미한다. (저소득지역 지표로써 임야율과 상반관계임)

#### ○ 인구

인구밀도가 낮고 인구감소율이 높은 것은 과소화 지역, 인구급감 지역을 의미한다.

<표 5-3-2> 우리나라 산촌지역의 구분지표

지 표	산촌구분 기준	특 성
임 야 율	임업진홍촉진지역 기준	지역내 산림면적이 많아 산림의 잠재적 이용 가능성이 높음
경 지 율	전국읍면전국 읍*면 경지율 평균이하	낮은 경지율로 소득이 낮은 저소득지역
인구밀도	전국 읍*면 거주 평균 인구밀도 이하	저개발 후진지역으로 사회기반시설이 미비하여 산업의 개발이 낮은 정도를 나타내는 지표

산촌지역을 구분하기 위해 1996년 3월 기준 전국 1,429읍·면을 대상으로 산촌구분지표로 임야율, 경지율, 인구밀도, 표고를 이용하여 25개의 산촌구분기준들에 대한 산촌분류 정확도에 의해 최종 설정된 산촌구분지표는 임야율 70%이상, 경지율 26%이하, 인구밀도 1.44인 이하/ha로 나타났다. 위의 산촌구분지표를 선정한 기준으로서 임야율은 지역내 산림면적이 많아 산림의 이용 가능성이 높고 (임야율 70%이상은 임업진홍촉진지역과 같음), 경지율은 낮은 경지율로 소득이 낮은 저소득지역 (경지율 26%이하는 전국 읍면 경지율 평균이하)이고, 인구밀도는 사회기반시설이 낮은 정도 (인구밀도 1.44인이하는 전국 읍·면 평균인구밀도 이하)를 나타낸다.

2003년 전국 산촌지역 기초조사에서는 1997년 산촌기초조사에 의해 산림법 시행령 제2조에 반영된 산촌 읍면구성요건에 의거 2002년 1월1일 기준 8개도 4개광역시 163개시군, 1415개 읍면을 대상으로 적용 했을때, 산촌구분지표를 산림면적 70%이상, 인구밀도가 전국 읍면 평균이하인  $111\text{인}/\text{km}^2$ 이하, 행정면적에 대한 경지면적 비율이 읍면의 평균이하인 21%이하'로 선정하였다. 위의 산촌구분지표에 의거, 산촌지역을 구분한 결과 전국 1,415개 읍면에 대해 508개 읍면을 산촌지역으로 구분하였다. 1997년에 조사된 498개 읍면보다 산촌지역이 많은 것은 접근성과 편익시설이 좋은 대도시 지역의 직·광역시 지역내 읍면과, 해안지역인 도서지역 등을 제외하지 않았기 때문이다.

#### \* 법령에 규정된 산촌의 구분

- 산촌의 구준 기준(우리나라의 「산림기본법시행령」 제2조(산촌))
    1. 행정구역면적에 대한 산림면적의 비율이 70퍼센트 이상일 것
    2. 인구밀도가 전국 읍·면의 평균 이하일 것
    3. 행정구역면적에 대한 경지면적의 비율이 전국 읍·면의 평균 이하일 것
- 위의 산촌지역이 구분되어짐에 따라 농산어촌 복지·교육·지역개발을 포괄하는 '농림어업인의삶의질향상및농산어촌지역개발촉진법에관한특별법'이 제정되어

2004년 3월5일 공포시 기준의 농어촌이라는 지역개념에서 산촌까지 포함하여 농산어촌 지역개념으로 확장되어 반영되었다.

제5조에 농림어업인의 삶의 질 향상 및 농산어촌 지역개발 기본계획의 수립에서 정부는 농림어업인의 복지증진, 농산어촌의 교육여건 개선 및 지역개발을 촉진키 위해 5년마다 기본계획을 수립하도록 되어 있다. 1997년 연구사업 의해 산촌지역이 구분됨에 따라 제5조 농산어촌 지역개발 기본계획의 수립에서 농림어업과 산촌이라는 용어가 추가되었다.

### 3.1.4. 우리나라 산촌지역의 비중

<표 5-3-3> 우리나라의 산촌지역 비중

구 분	행정구역			면적 (천ha)	인구 (천명)	농가수 (천호)	임야 (천ha)	경지면적 (천ha)
	읍 면	법정리	행정리					
전체(A) (‘96, ’02)	1,429 1,420	15,505 15,286	24,971	9,940 9,954	44,606 48,021	1,501 1,354	6,456 6,415	2,033 2,042
산촌지역(B) (‘96, ’02)	498 508	5,116 4,972	10,204	4,618 4,567	1,940 1,870	381 393	3,746 3,755	548 533
비율(B/A,%) (‘96, ’02)	34.8 35.7	32.9 32.5	29.0	46.5 45.9	4.3 3.9	25.4 29.0	58.0 58.5	26.9 26.1

#### 가. 국토공간상

1996년 기준 산촌지역으로 구분된 498개 읍·면이 전체 국토면적에서 점하는 비중은 46.5%, 전체 임야면적의 58%, 전체 경지면적의 26.9%를 차지하는 방대한 면적이나 산촌지역에 거주하는 인구수는 전체 인구의 4.3%에 불과한 과소지역으로 나타났다. 2002년 기준에서는 산촌지역으로 구분된 508개 읍·면이 전체 국토면적에서 점하는 비중이 45.9%, 전체 임야면적의 58.8%, 전체 경지면적의 26.1%를 차지하였으나 인구수는 전체 인구의 3.6%로 더 줄었다.

#### 나. 행정구역상

국립산림과학원에서 우리나라의 산촌지역구분조사(김종호. 1997)를 실시한 결과, 1996년 기준 전국 1,429개 읍면의 34.8%인 498개 읍·면이 산촌지역으로 분류되었다. 또한 전국 법정리의 32.9%인 5,116개리, 전국 행정리의 29%에 해당하는 10,204개리

가 산촌지역에 해당한다. 2003년 전국 산촌지역 기초조사에서는 2002년 기준 전국 1,420개 읍면의 35.7%인 508개 읍·면과 이 산촌지역으로 분류되었고, 전국 법정리의 32.5%인 4,972개리 산촌지역에 해당한다.

### 3.2. 산촌의 실태

#### 3.2.1 산촌의 현황

산촌지역으로 구분된 498개 읍·면과 이외에 산촌의 특성을 간직하고 있어 개발에 적합한 지역으로 판단되는 108개마을을 포함하여 5,121개 마을을 대상으로 산촌개발 대상지역을 선정하기 위해 개발의 중요도에 따라 개발대상마을(최우선개발, 우선개발, 기타) 개발유보마을, 개발제외마을로 구분하였다. 또한 산촌의 본질과 특성을 파악하기 위해 산촌실태조사를 실시하였는데 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

##### 가. 행정구역상 면적·인구

###### 1) 면적·가구

<표 5-3-4> 산촌의 행정구역상 면적·가구·인구

구 분	읍·면 평균			리(里)평균		
	면적(ha)	가구(호)	인구(명)	면적(ha)	가구(호)	인구(명)
전국평균	6,296	2,172	6,536	580	200	602
산촌지역	9,273	1,372	3,896	902	133	379

산촌지역의 행정구역상 읍·면평균 면적은 전국 평균보다 약 1.5배 정도 넓은 반면 가구 및 인구수로 보면 약 60%수준에 불과하여 과소지역임을 실증적으로 나타내고 있다.

##### 나. 토지이용 및 농업생산기반

산촌지역은 임야율이 높아 산림자원 이용가능성 또는 의존성(임업관련성)이 크다고 볼 수 있으며 농가율이 높으나 경지율이 낮고, 경지면적 중 밭이 차지하는 비중이 높아 소득이 낮은 지역이다. 또한, 농업진흥지역이 적어 경지정리·관배수, 기계화 등이 불리한 지역이다.

<표 5-3-5> 산촌의 토지이용 및 농업생산기반 실태

단위: %

구 분	임야율	경 지 율			농업진흥지역	농가율
		계	논	밭		
전 국	65.0	20.0	60.8	39.2	54.2	11.6
산촌지역	84.5	10.6	47.3	52.7	35.9	74.5

#### 다. 산림자원 및 임업경영기반 현황

##### (1) 임지별 · 소유별 현황

<표 5-3-6> 산촌의 임지별 · 소유별 산림현황

단위: %

구 분	임 지 별			소 유 별		
	생 산	공 · 익	준보전	국유림	공유림	사유림
전 국	55.0	22.1	22.9	21.6	7.6	70.8
산촌지역	65.3	15.5	19.9	32.1	8.3	59.6

산촌지역은 생산임지 비율이 높아 임업생산기능이 중요하며, 소유별로는 국 · 공유림 점유비율이 높은 것으로 나타났는데 이에 대한 활용방안이 요구되고 있다.

##### (2) 임업경영기반

<표 5-3-7> 산촌의 임업경영기반 현황

구 분	임업진흥권역 (%)	임 도 밀 도 ( $m/ha$ )	자연휴양림 (개소)	협 업 체 (개소)
전 국	23.5	1.40	122(100%)	217(100%)
산촌지역	33.0	1.78	101(82.8%)	189(84.3%)

산촌 지역은 임업진흥권역에 포함된 지역이 전국 평균에 비해 많고, 임도밀도도 전국 평균보다 높아 산림경영기반이 유리하여 임업경영을 통한 소득증대의 잠재력이 높은 지역이다. 특히 협업체는 우리 나라 전체 협업체수의 84.3%, 자연휴양림은 우리 나라 전체 122개소 중 82.8%인 101개소가 산촌지역에 위치하고 있다. 따라서 앞으로 산촌개발은 협업체를 통한 임업경영, 자연휴양림과 연계하여 소득을 올릴 수 있는 방안 강구가 요구된다.

### (3) 산림자원활용

<표 5-3-8> 산촌의 산림자원활용 현황

단위: %

산나물	버섯류	약초	한봉, 양봉	종실류	기타
79.6	56.3	53.7	42.4	8.0	3.4

주] 최근 3년간의 산림사업(3종)을 복수(중복)로 파악하였음

산림자원을 활용한 소득사업으로는 산나물, 버섯류, 약초 등의 순으로 나타나, 이들 임산물과 산림부산물을 산촌의 소득사업으로 육성하도록 하기 위한 산림청의 지원사업으로 산촌의 소득을 제고시켜야 한다.

### 라. 생산성 및 소득수준

<표 5-3-9> 산촌의 소득수준 및 농업생산성

지 대 별	농 가 소 득(천원)				농 업 생 산 성		
	계	농업소득	농외소득	이전소득	노 동 (원/H)	토 지 (천원/10a)	노동투하량 (일)
농가평균 (‘04년)	26,878 (100.0)	10,572 (39.3)	9,397 (35.0)	2,031 (25.7)			
농가평균 (‘96년)	23,298 (100.0)	10,837 (46.5)	7,847 (32.1)	4,974 (21.4)	10,573	1,001	152
도시근교	25,746 (99.7%)	8,919 (34.6)	11,458 (44.5)	5,369 (20.9)	9,876 (82.7)	1,226 (113.7)	143 (86.9)
평야지대	25,818 (100%)	12,859 (49.8)	7,737 (30.0)	5,222 (20.2)	11,940 (100)	1,078 (100)	165 (100)
중간지대	23,281 (90.2%)	11,174 (48.0)	7,269 (31.2)	4,838 (20.8)	9,828 (82.3)	1,088 (100.9)	166 (100.6)
산간지대	20,390 (79.2%)	10,085 (49.5)	4,982 (24.4)	5,323 (26.1)	8,447 (70.7)	921 (85.4)	172 (104.6)

자료 : 농림부. 1997, 2004. 농가경제조사.

주] 농가소득란의 ( )안은 점유비율이며,

농업생산성란의 ( )안은 평지를 100으로 기준으로 한 비율

산촌실태조사를 통해 산촌소득을 파악하였으나 공식적인 통계자료가 없어서 농립

부의 농가경제통계 자료를 이용하여 산촌지역과 유사한 산간지역에 대한 자료를 산촌지역의 소득으로 간주하여 사용하였다. 1996년 기준 농가평균소득은 23,298천원에서 2003년 26878천원으로 증가하였다. 이중 농업소득은 1996년에 46.5%에서 2003년에는 39.3%로 감소하였으나, 농외소득은 32.1%에서 35%로 반면 증가하였다. 1996년을 기준으로 농가소득은 평야지대를 100으로 볼 때 도시근교 99.7, 중간지대 90.2, 산간지대는 79.2 정도에 불과한 실정이다.

또한 농외소득은 농가소득의 32.1%인데 반해 산간지대는 24.4%에 불과하다. 한편 2002년 기준 선진국인 미국은 94.7%, 일본은 87%, 대만은 80%로 농외소득이 차지하는 비중이 높다. 우리나라 농산촌지역의 소득 향상은 농외소득을 늘리는데 달려있다고 볼 수 있다.

#### 마. 교육 · 의료 · 문화복지 수준

<표 5-3-10> 산촌의 교육 · 교통 · 의료 · 문화복지 수준

학교까지 거리(km)			시 · 군청까지			병 원 (km)	약 국 (km)
초등	중학교	고등학교	거리	버스운행	소요시간		
3.5	7.0	12.8	22.0km	9.5회	39.6분	7.0	7.8

산촌지역은 교육 · 의료 · 문화복지 시설이 절대적으로 부족할 뿐만 아니라 도시 지역과 멀리 떨어져 있기 때문에 많은 불편을 겪고 있다. 산촌 지역은 학교까지 거리가 초등학교는 평균 3.5km, 중학교는 평균 7km, 고등학교는 평균 13km 정도 떨어져 있으며, 시 · 군청까지의 거리는 22km로 버스로 운행시 약 40분이 소요되며, 병원과 약국까지의 평균 거리도 7~8km 떨어져 있어 교육 · 행정 · 의료서비스를 이용하는데 제반 교통여건이 불리하다.

산촌지역의 문화복지시설(주민공동이용시설)은 마을회관이 대종을 이루고 있으나 복지회관이나 구판(공판)장등은 부족했다.

## 바. 생활기반시설

### (1) 상하수도

<표 5-3-11> 산촌의 상하수도 보급률

단위 : %

구 분	상수도	하수도보급율
전 국	87.8	73.2
산촌지역	25.4	10.9

상수도 보급율은 전국 평균 87.8%에 달하나 산촌지역은 25.4%에 불과 하며, 하수도 보급률은 10.9%로 전국 평균에 훨씬 미치지 못하는 수준이다.

### (2) 생산기반시설

<표 5-3-12> 산촌의 생산기반 시설

단위 : %

창 고	집하장	농기계창고	농기계수리센타	기 타
12.9	3.6	1.3	1.4	3.4

주] 최근 3년간의 산림사업(3종)을 복수(중복)로 파악하였음

집하장, 구판장, 공동창고, 농기계 저장소 등 농업관련 생산기반시설도 모두 10%에 미치지 못하는 열악한 수준이다.

### 3.2.2. 산촌의 문제점 및 해결방안

산촌지역의 실태에서 살펴본 바와 같이 오늘날 우리나라의 산촌은 인구의 과소화와 생산·생활기반시설의 낙후 등 매우 심각한 문제상황에 직면하고 있다.

오늘날 산촌지역의 문제상황은 심각하다. 우리나라의 산촌지역은 전 국토면적의 약 46%를 차지하는 방대한 면적이지만 전체 인구의 약 4%를 차지하는 과소지역으로 전락하였다. 산촌지역의 인구밀도는 km<sup>2</sup>당 30명으로 전체 평균 449명의 7%에 불과하다. 산촌지역의 평균 임야율은 84%로 전국평균 65%보다 훨씬 높아 산림에 대한 의존성이 높으나 지역의 풍부한 산림자원을 충분히 활용하지 못하고 있는 실정이다.

산촌지역은 농가비율이 높아 농업의존성이 높으나 경지정리나 농업기화 등 농업기

반시설이 열악하다. 의료기관과 상근 의사수 및 약사수는 인구에 비해 상대적으로 적다. 소득측면에서 볼때 산촌지역의 소득은 농가평균소득의 79%에 불과해 모든 지역중 소득이 가장 낮다. 이와 같이 산촌지역은 소득이 낮고 열악한 정주환경으로 인해 인구유출이 심화돼 더욱 낙후된 지역으로 변모하고 있다.

오늘날 이러한 문제상황에 이르게 된 배경에는 산촌내부만의 문제가 아닌 1960~1970년대 고도 경제성장과정에서 채택한 경제개발전략과 깊은 관계가 있다고 볼 수 있다. 당시 절대빈곤의 극복이 국가적 과제로 대두되면서 경제성장을 위한 몇 가지 전략이 채택되었는데 정부주도에 의한 경제개발, 산업간·지역간 불균형 성장, 대외 지향적 수출주도, 선 성장 후 분배 전략 등이 그것이다. 따라서 이러한 정책기조 아래에서 농촌의 역할은 경제성장의 극대화라는 주곡증산과 공업부문에서 필요로 하는 노동력의 공급 등을 담당하게 되었다. 이에 따라 산촌농업은 자연히 주곡생산의 보조적 역할로 전락되어 산촌의 특성이 무시된 채 경사지 개발이 진행되는 등 산촌은 농촌에 예속되는 결과를 초래하였다.

산촌지역이 안고 있는 이러한 문제점, 즉 기반시설의 미비, 저소득, 인구의 과소화, 노령화, 교육·의료시설 등 열악 등은 단지 산촌지역만의 문제가 아니라 산림자원관리주체의 상실, 지역간·계층간 불균형의 심화, 국토자원의 황폐화에 따른 막대한 사회적 비용의 부담과 외부효과의 상실 등 국가적 차원에서도 많은 문제를 야기 시켰다. 산촌지역의 문제가 정책의 대상에서 소외되어서 안 되는 이유가 여기에 있다고 할 수 있다.

우리나라에서는 낙후된 산촌지역의 정주환경개선과 소득향상을 위해 1995년부터 산촌개발사업을 추진해오고 있다. 지자체나 주민들은 산촌개발사업을 통하여 마을의 생활환경개선에 크게 도움이된 것으로 평가하고 있으나 도로, 의료, 교육 문제 등에서는 한계가 있다.

산촌의 미비한 기반시설과 열악한 교육, 의료 및 문화시설 등을 산촌개발사업으로 해결할 수 없으므로 연관정책과 연계하여 이를 해결해야 한다. 농림어업인 삶의 질 향상 및 농산어촌개발촉진에 관한 특별법에 의한 농림어업인 삶의질 향상 및 농산어촌지역개발기본계획에 따라 산촌의 열악한 보건복지 및 교육문제 등을 통합 해결해야 할 것이다. 또한 국토균형발전특별법상의 국가균형발전계획중 낙후지역 자립기반조성사업과 연계하여 산촌개발사업을 추진해야 할 것이다.

그동안 추진되어온 산촌개발사업의 문제점과 평가에 대하여서는 제3장 우리나라의 산촌개발사업에서 구체적으로 언급하겠다.

### 3.3. 우리나라의 산촌개발사업

#### 3.3.1. 산촌개발사업의 개요

##### 3.3.1.1. 산촌개발의 필요성

우리나라의 산촌지역은 전국토의 약 46%, 총임야면적의 58%, 총경지면적의 27%를 차지하는 방대한 면적이나 그동안 각종 개발정책에서 소외되어온 결과 전체인구의 약 4%를 차지하는 과소지역으로 전락되었다. 그러나 산촌은 임산물, 식량과 에너지의 생산자역할은 물론 수원함양기능, 국토보전기능, 환경정화기능, 그리고 레크레이션 기능 등 공익적 기능에 대한 역할이 점점 커지고 있어 국토공간상 중요한 지역이다.

다양한 자연자원과 개발잠재력을 갖고 있는 산촌지역을 소득원 개발과 괘적한 정주환경을 조성하여 산촌주민들의 복지를 향상시킴으로서 산촌주민들이 산촌을 떠나지 않도록 하고 산촌을 등지고 떠났던 사람들도 다시 산촌으로 돌아오도록 만드는 것이 국토의 균형개발차원에서 중요한 국가적 과제이며 이에 부응하기 위해서 산촌개발사업이 필요하다.

##### 3.3.1.2. 산촌개발사업 목적

산촌지역의 풍부한 산림과 휴양자원을 활용한 소득원 개발과 주거환경개선사업을 통해 낙후된 산촌을 살기 좋은 산촌마을로 개발함으로써 균형있는 국토발전과 임업 경영의 거점지역으로 육성하는데 있다.

##### 3.3.1.3. 산촌개발사업 근거법령

1995년 산촌개발사업을 시작한 이후 법적 뒷받침이 없이 그동안 「산촌개발추진요령」이란 산림청 예규에 의해 산림시책사업으로 추진해왔다. 산촌개발사업을 보다 안정적으로 지속적으로 추진하기 위해서는 일본의 ‘산촌진흥법’처럼 독자적인 법적 뒷받침하에 추진되는 것이 필요하다는 주장을 연구자와 산촌정책입안자들에 의해 제기되어 왔다. 이후 산촌관련법 제정에 별 진전을 보지 못하다가 2001년 5월에 제정된 산림기본법에 산촌관련 조항이 포함되어 산촌개발사업의 법적기반을 마련하게 되

었다.

산림기본법 제3조에서 산촌을 정의하였고, 제8조에서 국가 및 지방자치단체가 산촌의 진흥을 위해 노력해야 할 당위성을 선언하였고, 제30조에는 도시와 산촌교류 확대를 수립·시행하여야 한다고 명시하고 있다.

산림관련법의 모범이라고 할 수 있는 산림기본법에 산촌진흥의 당위성을 규정한 것은 산촌개발을 위한 법적기반을 확고히 한 선언적 의미를 갖고 있다. 산림기본법을 토대로 2001년 12월에는 ‘임업및산촌진흥촉진에관한법률’을 제정함으로써 2002년 7월1일부터 법적인 토대위에서 사업을 수행할 수 있게되었다. 이법은 1997년에 제정된 ‘임업진흥촉진에관한법률’을 개정한 법률로 전문 28조와 부칙으로 구성되어 있다. 이 법률은 산촌진흥을 위한 법률이라기보다는 임업부문과 산촌부문을 포괄하는 법률이다. 제1장과 3장까지 목적(제1조), 정의(제2조), 산촌진흥의 기본원칙(제3조)을, 그리고 제4장에서는 제 18조에서 25조까지(산촌진흥을 위한 기본방향(제18조), 산촌진흥기본계획 등의 수립(제19조), 산촌에 대한 기초조사(제20조), 산촌개발계획의 수립(제20조), 산촌개발사업의 시행자(제21조), 산촌개발사업비의 지원(제23조), 산촌의 국유임산물의 활용(제24조), 산촌개발사업의 사후관리(제25조)) 산촌진흥에 관련된 조항을 구체적으로 명시하고 있다.

산촌개발사업은 산림분야만의 사업이 아니고 종합개발사업이기 때문에 다양한 법률에서 정한 절차를 밟아야 한다. ‘임업및산촌진흥촉진에관한법률’에 의하여 산촌개발사업을 위한 법률적 근거를 마련하였지만 산촌개발사업을 추진하는 과정에서 인허가 등의 절차에 관계되는 법률은 농지법, 산림법, 건축법, 수도법 등 최소 19개에 이른다.

### 3.3.2. 산촌개발사업 추진경과

#### 3.3.2.1. 산촌개발사업 추진 배경 및 경과

1994년도 UR이후 낙후된 산촌을 살기 좋은 마을로 조성하여 산림경영의 거점마을로 육성해야 한다는 공감대가 형성되면서 1994년 청와대 주관 내무부·산림청·수산청·농진공 합동으로 농산어촌현대화시범추진위원회가 구성되었으며 1995년 농산어촌현대화시범마을조성으로 춘천시 지암리에 산촌개발사업을 시작한 이후 1997년까지 도별 1개소씩 시범마을을 조성하고 1998년부터 본격적으로 추진한 이후 2004년까지

108개 마을이 조성되었다. 2005년에는 사전설계마을 15개소와 사업추진중인 마을이 30개소이다.

그동안 산촌개발사업의 추진경위를 연도별로 정리하면 다음과 같다.

- 1994년 : 산촌 현대화 시범사업 대상마을 확정(산림청)
  - 강원도 춘천시 사북면 지암리
- 1995년 : 산촌개발사업 착수(시범마을 기본계획 수립)
  - 춘천시와 농어촌진흥공사 수위탁계약 체결
  - 산촌 현대화 시범마을조성 기본계획 승인(강원도)
- 1995년 : 산촌개발 3개 마을(충북 영동, 전북 장수, 경남 거창) 사전설계
- 1996년 : 산촌개발 5개 마을 사전설계
- 1996년 : 전국 산촌지역 구분조사(김종호, 임업연구원)
  - 498개읍면 5,116개 법정리(10,204개 행정리)를 산촌으로 구분
- 1996년 : 산촌개발 추진방향 정립
  - 지원규모 조정(22.4억원 → 14억원), 사업기간 연장(1년→ 3년)
  - 산림사업 등 산림청 소관사업은 기준 예산에서 연계 지원
- 1997년 : 전국 산촌실태조사 실시, 16개 마을 사전설계
- 1998년 : 산촌개발 22개 마을 사전 설계
- 1999년 : 산촌개발평가(9개 산촌마을), 12개 마을 사전설계
- 2000년 : 산촌개발평가, 17개 마을 사전설계
- 2001년 : 산촌개발평가, 17개 마을 사전설계
- 2002년 : 15개 마을 사전설계
  - 개발사업간 단축: 설계 1년, 개발 3년 → 2년(1년차 조성마을부터)
  - 보조금지원단가 조정 : 10억원 → 12억원(생산기반조성 5억 → 7억)
  - 융자금 지원단가 조정 : 4억원 → 2억원
- 2003년 : 10개 마을 사전설계
  - 지원규모 : 마을당 1,363백만원(설계 63, 조성 1,300)
  - 융자금지원단가 조정 : 2억원 → 1억원(소득원 개발, 주택개량 통합 운영)
- 2004년 : 20개 마을 사전설계, 마을조성 25개소
  - 지원규모 : 16,075백만원(국고 11,575, 지방비 4,500)
- 2005년 : 15개 마을 사전설계, 마을조성 30개소

- 지원규모 : 20,364백만원(국고 14,539, 지방비 5,825)
- 보조금지원단가 조정 : 12억원 → 14억원(생산기반조성 5억 → 7억)

### 3.3.2.2. 산촌개발사업을 위한 그동안 연구 및 조치

#### 가. 산촌지역 구분조사(1996)

(1) 조사주체 : 임업연구원

(2) 산촌구분 기준

1996년 3월말 행정 통계 임야율 70%이상, 경지율 26%이하, 인구밀도 144인/km<sup>2</sup> 이하인 읍면지역

(3) 산촌지역 구분 결과

전국 1,429개 읍·면중 498개 읍·면, 5,116개 리(10,204 행정리) 가 산촌으로 구분되었다. 산촌의 총 면적은 4,618천ha로 국토의 46%, 산촌의 산림면적은 3,746천ha로 산촌지역의 81%, 전체 산림면적의 58%를 점유하는 것으로 나타났다.

#### 나. 전국산촌지역 실태조사(1997)

(1) 목적 : 산촌마을의 개발 우선순위 부여

(2) 조사주체 : 임업연구원

산촌지역으로 구분된 498개 읍·면 5,116개 마을을 대상으로 개발여건, 발전가능성, 지자체의 의견 등을 종합 검토하여 선정

(3) 개발마을 선정

산촌중 485개 읍·면 2,034개 법정리를 개발대상 산촌마을로 선정

- 읍·면단위로 구분된 산촌지역을 마을단위로 지정

- 중심마을 875, 주변마을 1,159, 제외마을 3,082로 구분

#### 다. 산촌과 도시교류 활성화 방안(1998)

(1) 연구기관 : 임업연구원

(2) 조사대상 : 도시민과 산촌주민

(3) 연구결과

산촌과 도시교류실태를 조사결과 농산물직거래의 필요성으로 산촌주민 90.4%, 도시민의 87.8%가 응답하였고, 도시민들의 교류희망지역으로 산촌지역을 73.7%가 가장 선호하였고, 농촌은 9.8%, 도서와 어촌지역은 10.8%를 차지하였다. 이 연구결과는 2001년 산림기본법 제정시 산림기본법 제30조(도시와 산촌의 교류확대)에 반영되었다.

#### 라. 산촌마을유형별 모델 개발('99~2000)

(1) 개발주체 : 임업연구원

(2) 대상 : 최우선 개발대상 - 221개 마을

(3) 유형결과

휴양림연계형 40, 산림소득형 42, 농림복합형 51, 종합개발형 88

#### 마. 산림개발사업 관련 법적근거(2001)

(1) 산림기본법 제정(2001. 5)

산림기본법 제정으로 산촌관련 규정 반영

- 산촌의 정의, 산촌진흥지역 지정, 산촌진흥시책 수립, 도시와의 교류

(2) 임업 및 산촌진흥 촉진에 관한 법률(신설 2001. 12 법률 제 6573호)

- 산촌진흥기본계획 수립, 산촌기초조사, 산촌개발사업비 지원 등

#### 바. 전국 산촌기초조사(2003)

(1) 조사 대상 : 산촌해당 119개 시군 508개 읍·면 4,972개리

(2) 조사내용 : 읍·면 및 리의 산림자원, 산업, 생활시설, 인구 등

(3) 조사결과 : 산촌의 전체면적은 4,570천ha로 전국토의 45.9%차지, 전체인구는 1,870천명으로 전체인구의 3.9% 수준

#### 사. 산촌진흥지역 지정 및 산촌진흥기본계획 수립(2005)

(1) 산촌진흥지역 지정 : 부처협의 완료('05. 6), 9월 고시

- 8개도 105개 시·군 419개 읍면

(2) 산촌진흥기본계획('06~'15) 수립 : '05년도 하반기 완료

### 3.3.3. 산촌개발사업 내용

#### 3.3.3.1. 목 표

- 계획기간 : 1995 ~ 2007년
- 사업량 : 193개 마을

#### 3.3.3.2. 사업개요

- 기간 : 설계1년, 개발2년('02년 이전 마을은 3년)
- 지원원 : '05년 기준 마을당 1,463백만원(설계비 63, 조성비 1,400)
- 대상 : 산촌개발대상 마을 2,034개 법정리중 지자체에서 신청

#### 3.3.3.3. 산촌개발사업의 종류와 내용

##### 가. 산촌개발사업 세부내용

<표 5-3-13> 산촌개발사업 세부내용

구분	사업	세부사업내용	사업비
계			14억원
보조금	생활환경개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 마을기반조성시설           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상·하수도, 마을안길 진입로 등</li> </ul> </li> <li>○ 문화 복지시설           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 마을회관(산림문화회관), 복지회관 등</li> </ul> </li> <li>○ 환경정화시설           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소각장, 오폐수처리시설, 소하천 정비 등</li> </ul> </li> <li>○ 기타 주거환경개선을 위한 토목공사 등           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 재해 방지시설 등</li> </ul> </li> </ul>	6억원
	생산기반조성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 임산물 생산기반조성           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고품질 고소득 임산물 생산기반, 농로, 생산(재배단지) 등</li> </ul> </li> <li>○ 산촌 산업기반조성           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특산임산물 판매장·집하장, 공동저장·판매, 가공·이용시설, 산촌휴양시설 등</li> </ul> </li> <li>○ 주민요망(숙원)사업 등</li> </ul>	8억원
용자	소득원 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산림 및 휴양자원을 이용한 개별소득사업           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 벼섯·산나물·고로쇠 수액·장뇌십·특산약용식물·특용작물등 단기소득 임산물생산, 흑염소·토종닭·한봉 등 가축사육, 향토음식점 등 소득사업</li> </ul> </li> </ul>	100%(-)
	주택개량	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주택신축</li> <li>○ 주택증·개축</li> </ul>	

\* 보조비율 : 국고 70%, 지방비 30%  
 국고보조금 배분기준은 마을 특성에 따라 필요한 경우에는 각 사업비의 20%범위 내에서 조종할 수 있다.

\* '04부터 용자사업은 단기임산물생상기반조성 등 임산물소득증대사업으로 추진

## 나. 산촌개발지역에 연계 지원되는 산림청 소관 사업

### (1) 보조사업

<표 5-3-14> 산촌개발사업 지원 산림청 소관사업 내역

사 업 별	보 조 율 (국비:지방비:자부담)	비 고
○ 사유림 협업경영 (공동소득원사업)	30 : 30 : 40	표고재배시설, 저온저장고 ※ 협업체 회원에 한함.
○ 임도 및 사방사업 - 임 도	50 : 40 : 10	자부담 10%는 지방비로 지원
- 사 방	70 : 30 : 0	산지 · 예방 · 야계사방 및 사방댐시설 등
○ 단기임산물생산기반조성 - 표고생산기반지원	20 : 20 : 40 (융자 20%)	융자조건 : 5.0% 10년(3-7) 지원단가(비닐하우스시설) : m <sup>2</sup> 당 8,800원
- 밤생산기반지원 (밤작업로시설)	30 : 30 : 10 (융자 30%)	융자조건 : 5.0%, 10년(5-5) 지원단가 : km당 3,000천원이내
- 대추생산기반	20 : 20 : 40 (융자 20%)	융자조건 : 5.0%, 10년(3-7) 국고지원한도액(개별농가) : 16백만원
- 임산물생산단지 기반시설 지원	40 : 20 : 40	송이산가꾸기, 단기임산물 재배단지 작업로시 설, 산과실 재배단지 기반시설 등
○ 산림복합경영	20 : 20 : 30 (융자 30%)	융자조건 : 5.0%, 10년(3-7) 국고지원한도액 : 75백만원이내
○ 산림자원조성 - 조 립 · 경 제 수 · 유실수(밤나무)	70 : 20 : 10 30 : 30 : 40	
- 육 립	40 : 40 : 20	
- 묘 목 생 산 (시설양묘)	30 : 30 : 40	

※ ① 2005 농림사업시행지침서에 의함.

② 제시된 사업은 예시로 다른 사업(병해충방제 등)도 지원이 가능함.

### 3.3.4. 산촌개발사업 평가

<표 5-3-15> 산촌개발사업 추진실적

구 분	목 표	'04까지	'05계획	'05~'07
마을조성	193	108	45	40
투자액 (백만원)	288,312	164,417	20,364	103,531

산촌개발사업은 1995년부터 추진하여 2004년까지 108 마을이 완료되어 총 164,417 백만원이 투자되었고, 2005년도에 15개 마을이 설계중에 있다. 1995년부터 2007년까지는 총 193마을이 개발되어 총 288,312백만원이 투자될 계획이다.

#### 3.3.4.1. 산촌주민들의 사업 평가

산촌마을의 생활환경개선과 소득원 개발을 통하여 산촌주민과 지자체로부터 호응이 높은 사업으로 인식되고 있음

##### 가. 1997년까지 개발완료된 산촌마을 조성사업 평가(1998)

- (1) 주택개량률 : 1.4배 향상 (54.2% → 73.1%)
- (2) 농가수 및 인구수 : 농가수 3.0%, 인구수 6.8% 증가
- (3) 소득효과 : 121백만원/마을

##### 나. 2000년 2년차 조성마을에 대한 중간 평가

###### (1) 주민만족도

산촌거주희망 : 76%, 지역발전을 앞당겼다 또는 기여할 것이다 : 82%, 마을이 깨끗해지고 좋아졌다 : 61%, 소득이 많아질 것이다 : 45%, 생활이 편리해졌다 : 54%

###### (2) 마을발전을 위해 필요한 사업

산림자원을 활용한 관광사업 : 50%, 지역특산 농산물 재배·판매 : 21%

###### (3) 시급하지 않은 사업

농산물 공동저장시설 : 22%, 소하천 정비 : 19%, 마을회관 건립 : 16%

### 3.3.4.2. 산촌전문가들의 사업 평가

하드웨어 위주 개발, 마을평균적 지원정책 추진과 산촌체험프로그램 부재 등으로 종체적인 소득증대효과는 미흡한 것으로 평가되고 있다.

- 주민숙원사업 해결을 위한 기반시설 위주 투자로 도시와의 교류, 산촌주민역량 함양 등 각종 지원프로그램이 부재하였다.
- 산촌개발사업 추진시 산촌체험사업, 주민교육 등 소프트사업에 대한 투자로 소득증진 방안 마련이 필요하다.
- 산촌마을 특성을 충분히 고려하지 않은 시설 설치로 산촌의 정체성을 살리는 개발에는 다소 소홀했다.
- 산촌의 다양한 자원을 활용한 특성있는 산촌개발계획 수립이 필요하다.
- 마을당 균등배분 지원으로 장기적 발전가능성이 풍부한 마을을 역량있게 발전시키지 못하고 있다.
- 마을규모 등 개발여건을 고려한 차별화 및 모델화 사업이 필요하다.

### 3.3.5. 우리나라 산촌지역 개발 사례

#### 3.3.5.1. 녹색농촌체험마을사업(농림부) -경기도 양평군 청운면 신론리 (도원)

##### 가. 마을현황

마을은 40가구로 논이 21.1ha, 밭이 26.8ha로 총 전답면적은 47.9ha이다. 마을주위는 국유림으로 풍부한 산림과 농지가 있고 마을 앞으로는 하천이 흐르고 있으며 서울에서 인접하고 있어 녹색산촌체험의 최적지라고 할 수 있다. 녹색관광 체험참여 농가수는 14가구이며, 주요 특산물로는 두류(콩, 팽, 녹두), 벼섯류(표고, 능이, 짜리), 과실류(배, 밤, 대추), 고추 쌀, 오이, 호박, 가지 등이 있다.

##### 나. 정부 및 기타지원 사업내용

###### (1) 산촌개발사업 : 2001~2003(산림청)

가) 사업비 총액 : 1,142백만원

나) 사업내용 :

- 보조사업 : 1,122백만원 (상수도시설, 오수정화시설, 표고버섯단지조성, 임간수련장, 마을림 조성, 숲문화체험센터, 산림체험교육장비, 하천친수공간정비)
- 용자 : 20,000천원(주택신축 1동)

(2) 녹색농촌체험마을 : 2003년(농림부)

- 가) 사업비 : 200백만원(국비 100, 도비 50, 군비 50)
- 나) 사업내용 : 황토방, 디딜방아, 정자, 농업용공동작업장, 국궁장 설치, 주말농장, 평상, DVD, 스크린, 홍보안내판, 컨설팅

(3) 농촌특화사업 : 2004년(농업기술센타)

- 가) 사업비 : 273백만원(도비 149, 군비 149, 자부담 75)
- 나) 사업내역 : 숙박시설 2동, 테마도로(꽃마차 2대, 우마차 1대), 조경

(4) 정보화조성 마을 : 2004년

- 가) 사업비 : 250백만원(도비 139, 군비 111)

(5) 지자체 휴양시설 지원 : 2005년(군청 지원)

- 가) 사업비 : 180백만원
- 나) 사업내용 : 휴양 숙박시설 1동

(6) 팜스테이마을 지정 : 농협, 지원없음

(7) 1사1촌 운동에 의한 자매결연 : 삼성카드

- 가) 자매결연 체결 : 2004년
- 나) 행사 : 푸른싹 농촌 체험캠프
  - 일시 : 2004. 8. 18~19(연 1회 실시)
  - 초청대상자 : 소년소녀 가장 88명
  - 비용 : 1500만원 (카드사 50% 부담: 식사와 기념품, 마을 50% 부담 : 숙박과 농사체험 등 비용)

다. 숙박, 음식, 여가 및 농사체험 기반시설 현황

- (1) 숙박시설 : 마을회관 2개소, 체험전시실 : 2개소, 개별농가 포함 최대 300명까지 수용 가능

- (2) 음식점 : 마을공동운영 1개소, 개별농가 운영 1개소
- (3) 농특산물 판매장 : 1개소(옥수수, 고구마 등)
- (4) 휴양기반시설 : 체험장, 문화체험센터, 산림체험교육장비(산촌개발사업), 마을향토방 1개소, 국궁체험장 1개소(녹색농촌), 공원 1개소
- (5) 농사체험 및 판매장 : 고구마밭, 더덕밭, 옥수수 밭

#### 라. 녹색농촌체험프로그램

##### (1) 향토마을 축제 프로그램

- 가) 추진내역 : 제1회 청운향토마을 축제('99. 4. 24) 시작  
제7회 청운향토마을 축제(2005. 4. 23(토) ~ 4. 24(일))
- 나) 장소 : 고론공원
- 다) 지원 : 양평군에서 2천만원 지원
- 라) 참여인원 : 4천명
- 마) 행사내용

행사 구분	행사 내용
볼거리 체험행사	귀틀토담 초가집 짓기, 모종심기, 전통모심기, 양평쌀 도정, 벗집공예 전시/시연, 전통 떡메치기, 지게지기, 장작페기, 도리깨질
먹거리 행사	외갓집 잔치 국밥, 순두부 만들기, 인절미 만들어 먹기, 부침개 부쳐먹기, 추억의 뽕기, 막국수 분틀내리기
문화예술 행사	추억의 포크 콘서트, 민속공연, 주민노래자랑
민속놀이 게임	고리/투호던지기, 민속그네뛰기, 내가톱질왕 선발대회, 짚신멀리던지기, 파트너업고 달리기, 민속널뛰기, 부부풀지게지고 달리기
즐길거리 행사	송어잡기, 황토 외갓집 만들기, 페이스페인팅, 새끼꼬기, 허수아비 만들기(가족), 축제사진 전시 등
기타	농기계 동물열차, 섬다리 건너기, 소품가구 만들기

## (2) 계절별 마을 녹색관광 주요운영 프로그램

계절별	체험프로그램
봄	감자, 옥수수 구워먹기, 산나물 채취, 보리밟기, 장담그기
여름	감자, 옥수수 구워먹기, 감자캐기, 고구마캐기, 송어잡기
가을	밤따기, 도토리따기, 더덕캐기, 콩타작, 매두기잡기, 메주쑤기
겨울	과수 가지치기, 장담그기, 연날리기, 집풀공예, 쥐불놀이, 갈기산트레이딩
연중(상시)	갈기산 등산과 생태체험, 전통두부, 도토리묵, 떡매치기, 막국수만들기, 순두부 만들기

## (3) 1박 2일(8월21~22) 녹색체험프로그램 : 15개팀 100여명

일, 시간	체험프로그램 실제 운영
21일 12:30	가족들 도착과 방 배정, 뗏목놀기
15:00	체험가족 집결과, 인사말 및 체험일정 소개
15:00~15:45	감자캐기
15:50~16:40	감자 물로 씻기, 물놀이
16:45~18:00	감자 갈판갈기, 감자전 부쳐서 먹기
18:00~18:40	트랙터 마차타고 옥수수따기
19:00~19:40	저녁식사(양푼비빔밥)
21:00~21:40	봉숭아물들이기, 옥수수 간식먹기
22일 8:30	아침식사(꽁치와 콩나물국) : 1일 프로그램 시작
9:30~10:20	칼국수 만들기 (1일 프로그램 참가자 합류)
10:30~11:40	송어잡기, 송어회 먹기
11:45~12:50	떡치기, 떡 만들기, 떡 자르기, 떡 먹기
12:50~13:10	점심식사(뽕나무 갈국수 먹기), 뗏목타기
	1박 2일 프로그램 끝
13:50~14:20	가재잡기 (1일프로그램 계속, 1박 2일 프로그램 원하는 경우 참가)
14:20~15:30	고구마 캐기
15:30~16:30	감자전 부쳐 먹기(1일 프로그램 끝)

## (4) 삼성카드사 푸른싹(소년소녀가장) 초청 농촌체험 캠프 프로그램(8월 18~19일, 1박 2일)

### (5) 체험비용 및 시설이용료 :

#### 가) 체험 비용

2003년도는 비숙박이 대부분으로 고구마나 농작물 수확체험 등으로 비용을 1인당 9천~17천원, 2004년도는 1박2일 체험 프로그램 위주로 운영비용 : 4만원/1인

나) 시설이용료 : 고록공원의 하루 사용료는 50만원, 임간수련장(산림청지원 사업) 이용료 20만원

### (6) 사업 성과

<표 5-3-16> 신론리 녹색관광 방문객 및 소득 현황

(단위 : 명, 천원)

구분	2002	2003	2004
방문객수	700	7,960	16,529
-숙박		960	5,538
-비숙박	700	6,300	10,991
소득액		76,052	355,390
- 숙박		9,252	53,030
- 체험프로그램		21,150	294,885
- 농특산물판매		45,748	7,505

\* 2003년 녹색관광 체험프로그램 실시이후 방문객수와 소득액 증가

\* 지금까지 1일 수용 최대 방문객수는 300명정도

#### 3.3.5.2. 농촌전통테마마을사업(농진청)- 강원도 양양군 현북면 어성전리

##### 가. 마을 현황

마을은 43가구로 마을전체가 산으로 둘러싸인 전형적인 산촌마을로 농지면적은 43ha, 산림면적은 2,410ha를 차지하나 대부분이 국유림이다. 어성전이란 은어, 연어, 메기 등 물고기가 많아서 지어진 이름이다. 산림청에서 운영하는 숲속수련장 위치하고 있고, 주소득원은 수도작, 고추 등이며, 특산작물로 송이(송이축제, 10월), 산채, 약초, 장뇌재배, 한봉, 호도 등이 생산된다.

## 나. 정부 및 기타지원 사업내용

### (1) 산촌개발사업 : 1998-2000(산림청)

가) 사업비 총액 : 23억

나) 사업내용 :

보조사업 : 2,183백만 (생활환경 개선(마을회관, 마을순환도로, 상하수도, 오폐수, 화장실), 생산기반조성(방갈로 9동, 전기시설, 안내판, 관정개발), 산림사업(임도, 조림, 육림), 용자사업 : 155백만원(주택개량, 단기소득(한봉)

### (2) 농촌전통테마마을 : 2002 (농진청)

가) 사업비 : 국비 1억원, 군비 1억원

나) 사업내용 : 탁장사 체험장, 탁장사야외체험장, 친환경 화장실, 원두막, 산채단지조성(군비 1천만원), 농업인 건강관리실

### (3) 새농어촌건설운동 도 우수마을 시설금 : 2003년(도비 2.5억, 군비 2.5억)

- 사업내역 : 팬션(민박신축)

(4) 제2회 농촌마을가꾸기 경진대회 장려상: 3천만원 체험관 보수(불로 일부 소실)

(5) 생태환경우수마을선정(2002, 환경부) : 인증마크 부여, 지원은 없음

(6) 기타 : 하이트맥주 고향의 꿈 대잔치 5천만원 지원(무선방송 씨스템 및 조경사업)

## 다. 숙박 및 여가체험 기반시설 현황

(1) 숙박시설 : 체험관(전통테마마을), 팬션(새농어촌건설사업), 개인 팬션(산촌사업 이후 마을에서 숲속의 집까지 임도로 개설 후 주위에 팬션이 많이 들어섬)

### (2) 휴양기반시설 : 숲속의 집 9동(산촌사업), 숲속수련장(산림청 운영)

## 라. 마을시설 운영현황

### (1) 숲속의 집

개장후 2년간 마을에서 운영하다 2001년부터 강릉.com에 임대(5년간), 임대료 : 1,500만원, 1일 이용료 : 12만원

## (2) 송이축제

10월경 양양군에서 주최, 최대 방문객수 1일 400명

## (3) 탁장사 운영

- 체험료 : 1인당 7천원, 순두부 1말 15만원, 떡 1말 12만원,
- 요금 : 민박 1실 당 3~4만원, 식사 1끼에 5천원, 메밀국수 4천원  
개인가족 : 체험비용 7천원 징수, 순두부 및 떡값은 별도  
단체손님 : 7천원에 떡 순두부 포함

## (4) 팬션운영(새농어촌건설사업)

이장이 임대를 받아 관리인 두고 2004년 7월부터 12월까지 운영 임대료 6백만원(방개수 : 7, 요금 : 4인가족 기준 -12만원, 7인가족 기준- 15만원)

### 마. 농촌전통테마 프로그램

(1) 년중 프로그램 : 떡, 두부, 메밀국수, 농사체험, 장작패기, 나무톱질, 나무던지기, 통나무지기, 나무 당기기

### (2) 계절별 체험프로그램

- 봄(4월~5월) : 자작나무 수액채취, 산나물 채취
- 여름(6월~8월) : 탁장사놀이, 물놀이
- 가을(9월~11월) : 송이채취, 송이요리체험, 단풍구경
- 겨울(12월~3월) : 설피만들기, 김치담그기, 고구마구워먹기)

### (3) 향토음식 체험 : 빈데떡, 두부만들기, 인절미 떡메치기

### (4) 사업성과

<표 5-3-17> 탁장사 프로그램 운영실적(2004년 기준)

총 소득액(천원)	체험비	숙박비	음식물비	농산물판매
32,688	11,799	12,544	9,354	7,100

- 농가호당 평균 소득 : 1,720천원
- 2003년 32,688천원(76회 2,112명) → 2004년 25,971천원(107회 1,471명)

2004년 감소요인: 체험장 화재로 인해 체험프로그램이 6월부터 시작됨

### 3.3.5.3. 강원도 강릉시 왕산면 대기리

#### 가. 마을 현황

마을은 88가구로 마을전체가 산으로 둘러싸인 전형적인 산촌마을로 농지 352ha(가구당 4.6ha), 산림 1,081ha로 전체면적은 1,441ha이다. 주소득원은 씨감자와 고랭지 채소, 당근 등이며, 특산물로는 산채, 장뇌삼 등. 고랭지 채소재배로 마을의 소득이 높은 편으로 20~50대의 연령층이 70%를 차지한다.

#### 나. 정부지원 사업내용

##### (1) 산촌개발사업 : 2000-2002(산림청)

가) 사업비 총액 : 1,612백만원

나) 사업내용 :

보조사업 : 1,612백만 (생활환경 개선(다목적광장, 산림문화회관, 쉼터, 현황관), 생산기반조성(저온저장고, 산채 및 표고재배시설, 장뇌삼재배시설, 톱밥재조시설), 산림사업(육림, 향토수식재) 융자사업 : 없음

##### (2) 새농어촌가꾸기마을: 5억

- 산촌체험장 : 2억, 임야구입(숲체험장 이용) : 3억

##### (3) 팜스테이마을 지정: 농협

##### (4) 기타 : 마을홈페이지 구축

#### 다. 숙박 및 산촌체험 기반시설 현황

##### (1) 숙박시설 : 대기초교 폐교 이용 산촌체험장(산촌사업), 민박 6가구 참여

##### (2) 휴양기반시설 : 숲체험장(8천평)

#### 라. 마을시설 운영방법

##### (1) 산촌체험장

- 운영자 : 마을 김경래씨(숲해설가이면서 환경운동가),

- 운영시기 : 주로 5월부터 8월,
- 이용자 추이 : 처음에는 종교단체(90%)나 학생 단체가 주였으나 주 5일제 영향으로 최근에는 단체(60%)와 가족(40%)들의 비율로 변화되었다. 지역도 예전에는 서울 경기에서 최근에는 인터넷 농협 팜스테이 이용 대전 청주 등에서도 방문하는 이용객의 전국화 경향이 있다.
- 방문자수 : 7월중순 ~8월 중순 하루 평균 100명 정도 3,000명정도/년, 최소 40명~350명, 이용료 : 1교실(25명정도) 12만원(10명 정도 일때는 요금을 적게 받음), 관리동 4칸 : 7~8만원
- 운영방법 : 자체프로그램 있을시 1) 숲체험 또는 2) 농사체험중 선택 하도록 하고, 숲체험시 외부 숲해설가 초청은 1조 20명정도당 5만원 정도의 비용을 받는다.
- 이용요금 : 40명정도 1박 2일 방문시 이용료 : 개인당 약 1만원정도 임(숙박 25만원, 숲체험 5만원, 감자캐기 10만원)

### (2) 산림문화회관:

도시민들에게 숙박시설로 대여시 방 1개에 3만원 정도를 받는다

- (3) 저온저장고 : 농협과 마을주민에게 임대하여 1천만원 정도의 마을 수입금을 얻는다.

### 마. 체험프로그램

- 주요운영 프로그램

계절별	체험프로그램
봄	숲탐방, 나무심기, 야생화탐사, 산나물 뜯기
여름	숲탐방, 산림욕, 씨앗뿌리기, 김매기, 피뽑기, 옥수수 따기
가을	씨감자수확, 감자요리
겨울	눈설매타기, 농산물구워먹기

## 3.4. 외국의 산촌진흥 정책-일본

### 3.4.1. 산촌진흥정책 수립배경

일본에서 산촌문제를 해결하기 위해 1950년대 초 산촌관계 町村長이 조직한 「전

국댐대책정총연맹」에 의한 산촌진흥운동과 1950년대 후반 산촌지역의 町村長이 조직한 「전국오지산촌협회」에 의한 산촌대책 요구운동이 시작되었다. 이후 1960년대 고도경제성장 과정에서 산촌지역의 위기감이 고조되면서 1963년 산촌지역의 개발과 지역주민의 복지향상을 목적으로 하는 ‘전국산촌연맹’이 설립되었다. 전국산촌연맹은 산촌지역과 타 지역의 격차시정운동을 추진하면서 산촌진흥을 위해서는 임업의 진흥 뿐만 아니라 산촌주민의 경제·사회·문화적 환경개선 시책까지 포함하여 추진할 필요성이 증대되어 1965년 5월 산촌진흥법을 제정하였다.

### 3.4.2. 일본의 산촌진흥법

#### 3.4.2.1 산촌진흥법의 개요

산촌진흥법은 1965년 10년간의 한시입법으로 제정된 이후 2005년 현재까지 제10차례에 걸쳐 산촌진흥법을 개정하여왔다. 최근에는 제3섹타가 행하는 보전사업 등의 범위에 도시교류에 관한 사업을 추가하였고 법의 시한을 10년간 연장하였다. 1999년 법의 개정은 이제까지 내각총리대신으로 이루어졌던 진흥산촌의 지정, 산촌진흥계획의 동의 등은 국토교통성(국토교통장관), 총무성(총무장관) 및 농림수산성(농림수산장관)의 3대신 연명으로 행하여지게 되어있다.

일본의 산촌개발 정책이 4차에 걸친 산촌진흥법의 연장에 의해 계속 추진되고 있는 이유는 산촌진흥법에 의한 각종 사업이 지난 40여년간에 걸쳐 활발히 진행되었지만, 산촌사회의 생활개선과 복지환경은 지역격차를 없애는 수준까지 이르지 못하였고 산촌지역이 담당해야 하는 경제적, 사회적, 문화적 기능에 대한 새로운 인식이 확산되어 진흥사업이 부진한 산촌지역에 대한 집중지원의 필요성이 대두되고 있기 때문이다.

상기의 산촌문제를 해결하기 위하여 일본정부는 1960년 이후 구체적인 연구를 시작하였다. 산촌지역을 설정하고 산촌의 현상을 파악하기 위한 실태조사를 행하였으며, 권역별 산촌지역의 특성을 파악하기 위해 산촌의 유형을 구분하고 이에 합당한 제도적 지원방안 등을 정비하였다. 그후 1965년 5월 산촌진흥에 관한 계획을 작성하고, 이를 기반으로 사업의 원활한 실시에 필요한 조치를 강구하여 산촌의 경제력 배양과 주민의 복지향상을 도모하고 지역격차의 시정과 국민경제에 기여할 것을 목적으로 ‘산촌진흥법’을 제정하였다.

2005년 개정된 산촌진흥법은 전문 23조와 부칙으로 구성되어 있다. 법 제1조에서는 산촌진흥법의 목적, 제2조에서는 산촌의 정의, 제3조에서는 산촌진흥의 목표, 제4조에서는 국가시책, 5조에서는 지방공공단체의 시책, 제6조에서는 진흥산촌의 조사, 제7조에서는 진흥산촌 지정, 8조에서는 산촌진흥계획, 제9조에서는 산촌진흥방침 권고, 제10조에서는 산촌진흥계획에 기초한 사업의 조성 등, 지방채에 대해서 배려, 제11조에서는 기간도로의 정비, 제12조에서는 보전사업 등의 계획의 인정 등, 제13조에서는 과세의 특례, 제14조에서는 지방세의 불균형과세에 따른 조치, 제15조에서는 국가 등의 원조, 제16조에서는 주택금융공고로부터의 산촌진흥의 대부, 제17조에서는 농림어업 금융공고로부터의 자금대부, 제18조에서는 정보유통의 원활화 및 통신계의 충실, 제19조에서는 의료의 확보, 제20조에서는 고령자의 복지증진, 제21조에서는 지역문화의 진흥 등, 도시와 산촌의 교류 등, 조수피해방지, 제22조에서는 국토심의회 조사심의 등, 제23조에서는 주무대신 등에 대하여 규정하고 있으며, 부칙에서는 시행일자, 유효기간, 산촌진흥계획에 관한 경과조치에 대한 내용을 정하고 있다.

#### 가. 목적

산촌진흥법 제1조에는 산촌이 국토의 보전, 수원의 함양, 자연환경의 보전 등의 국민적 요청에 중요한 역할을 담당하고 있는 산촌이 산업기반 및 생활환경의 정비에서 다른 지역 보다 낮은 위치에 있기 때문에 산촌진흥의 목표를 명확히 하고 그 달성을 위해 필요한 조치를 강구하여 산촌의 경제력 배양과 주민복지향상을 도모하는 것을 목적으로 한다.

#### 나. 산촌진흥의 목표

산촌진흥법 제3조에 산촌진흥은 산촌의 담당하고 있는 국토보전, 수원함양, 자연환경보전 등의 주요한 역할을 발휘시키기 위해 산림의 보전을 도모함과 동시에 국토종합개발법의 규정에 의한 국토종합개발, 그 외의 법령의 규정에 의한 지역진흥 계획과 조화되도록 하고, 산촌의 산업기반 및 생활환경의 정비 등을 도모하기 위해 다음에 열거한 목표에 따라 추진되어야한다고 규정되어 있다.

- ① 도로와 기타 교통시설, 통신시설의 정비를 실시함에 따라 토지, 산림, 물 등의 미용자원을 개발할 것.
- ② 농업경영 및 임업경영의 균대화, 관광개발, 농림산물의 가공업 등의 도입, 농도, 임도, 목도 등의 정비, 농용지의 조성, 전력시설정비 등을 통해 토지, 산림, 물 등 미

## 이용 자원을 개발하는 것

- ③ 농업 및 임업경영의 근대화, 관광개발, 농림산물가공업 등의 도입, 특산물생산육성 등을 실시함으로서 산업을 진흥시키고 안정적인 고용을 안정성을 증대시키는 것
- ④ 사방설비, 보안림, 산사태방지시설 그 외의 국토보전시설정비 등을 실시함으로서 수해, 풍해, 설해, 임야화재 등의 재해를 방지하는 것
- ⑤ 학교, 의료시설, 공민관 등의 교육, 후생, 문화에 관한 시설정비, 의료확보, 취락정비, 생활개선, 노동조건개선 등을 도모함으로서 주민의 복지향상을 가져오는 사업

### 다. 산촌의 정의

산촌의 정의에 대해서는 법 제2조에서 「임야면적의 비율이 높고 교통조건 및 경제적·문화적 제조건의 혜택을 받지 못하고 산업의 개발정도와 주민의 생활문화수준이 낮은 산간지, 그 밖의 지역으로 정령에서 정하는 요건에 해당하는 요건에 해당하는 것을 말한다」라고 되었다.

#### 3.4.2.2. 산촌의 요건

산촌의 요건은 산촌진흥법 시행령에서 다음의 2개의 요건을 갖추어야 한다고 되어있다.

- ① 舊 농림업센서스규칙을 바탕으로 하는 임업조사(昭和 35년(1960))의 결과에 의한 해당 시정촌의 임야율이 0.75이상이면서 동시에 구시정촌 총인구를 총토지 면적으로 나눈 수치가 1町 당 인구가 1.16인 미만일 것(1호 요건)
- ② 법 3조의 각호에 규정하는 시설, 즉 교통, 통신, 생산, 국토보전, 교육문화, 후생 등에 관계하는 시설의 정비가 충분하지 않은 것(2호 요건)

#### 3.4.2.3. 산촌진흥사업의 추진절차와 내용

##### 가. 진흥산촌의 지정

산촌의 요건을 충족시키는 것 중에서 도도부현 지사의 신청에 따라 관계행정기관의 장과 협의하고 국토심의회의 의견을 청취하여 산촌진흥에 관한 계획을 작성하여 진흥이 필요한 산촌을 진흥산촌으로 지정하며 지정시 관보에 공고해야 한다

##### 나. 산촌진흥계획의 수립

진흥산촌이 지정되면 도도부현지사가 산촌진흥계획을 작성하도록 하였으나 2005년

3월 30일 공포된(2005년 법률 제8호) 산촌진흥법에는 현행제도를 개선하여 진흥산촌 시정촌은 산촌진흥기본방침에 근거하여 정령으로 정하고 진흥계획을 작성해야한다. 이 경우 미리 도도부현에 협의하고 동의를 구해야 한다.

- 산촌진흥계획의 내용

- 진흥의 기본방침
- 농업경영 및 임업경영의 근대화, 관광개발 등 산업증진을 위한 시책에 관한 사항
- 의료확보, 생활개선, 및 노동조건의 개선을 위한 시책사항
- 시설정비, 농용지 조성 및 집락정비에 관한 사항

다. 산촌진흥계획의 승인

- 주무대신(국토교통성, 총무성, 농림수산성)이 관계행정기관의 장과 협의하여 승인
- 승인후 변경사유 발생시에도 같은 절차를 거쳐서 승인

### 3.4.3. 진흥산촌 현황

<표 5-3-18> 진흥산촌 개황

구 분	시정촌수	면 적	임야면적	농지	인 구
진 흥 산 촌	1,150개	1,785만ha	1,538만ha (86.2%)	79만ha	451만명
전 국	3,100개	3,779만ha	2,515만ha	386만ha	12,693만명
전국대비(%)	37	47.2	61.2	20.2	3.6

자료 : 농림수산성 「세계농업 및 임업 센서스」. 임야청 「산촌기초조사카드」, 2000년 기준 자료. 국토청, 「산촌조사카드」. 총리부, 「국세조사」

진흥산촌을 포함하는 지자체수는 2005년 기준으로 1,150개이고 전국 3,100개 시정촌의 37%를 차지하고 있다. 또 진흥산촌으로 지정된 지역의 면적은 국토면적 3,779만ha의 47.2%인 1,785만 ha를 점하고 있고 산림면적의 61.2%, 농지면적의 20.2%를 점하고 있다. 또한 일본의 평균 임야율은 67%임에 비해 진흥산촌의 임야율은 86.2%로 높아 국토보전, 수원함양, 자연환경보전 등에 중요한 역할을 담당하고 있다. 이와 같이 산촌지역의 면적은 전국의 방대한 지역을 점하고 있음에도 불구하고 전체인구의 3.6%에 해당하는 451만명이 이곳에 거주하고 있다.

### 3.4.4. 산촌진흥법을 기초로 한 일본 산촌시책과 내용

#### 3.4.4.1. 일반시책

사업별로 관계성청에서 실시하는 일반산촌진흥시책도 제1기(1965~1972) 산촌진흥대책에서 제2기(1973~1978), 제3기(1979~1990)에 걸쳐 실시하였는데, 시책내용은 주로 교통, 통신, 산업생산경영근대화, 문교, 사회생활환경, 국토보전, 관광시책 및 기타 등으로 나눌수 있다. 제4기(1991~1994)는 「신산촌진흥대책」에 따라 산촌진흥사업을 실시하였고 중점시책으로는 제3섹타의 육성, 도로망정비, 생활환경시설의 정비, 교류시설정비 등을 들 수 있다. 제5기 산촌진흥대책은 1995년부터 추진하고 있는데 진흥시책으로는 교통·정보통신기반의 정비, 산업의 진흥, 생활환경 등의 정비, 주체 육성·확보, 제3섹터의 육성·강화, 산림·농용지 등의 관리, 광역연대, 도시와의 교류 등이 있다.

산촌진흥사업총 투자액은 제1기대책에서 11,546억원을, 제3기 산촌진흥대책은 1,106 지역에 60,752억엔을 투입하였고, 1지역당 평균투자액도 제1기에는 10.7억엔에서 제3 기에는 54.9억엔으로 크게 증가하였다.

#### 3.4.4.2. 진흥산촌개발종합특별사업

1967년부터 진흥산촌개발종합특별사업은 대표적인 산촌에 있어서 각종 모델사업을 실시하여 새로운 산촌진흥방향을 위한 구상과 그의 실현을 위해 새로운 접근방법을 개발하여 그 성과를 다른 많은 지역에 과급시킬 수 있는 역할을 하도록 하는 정책실험적인 모델사업이다.

이 사업으로 豪雪(대설)산촌개발종합센타건설사업, 집락정비 모델사업, 신산촌건설 모델사업, 산촌과 도시협동의 산촌진흥모델사업, 고령자생활환경센타건설 모델사업, 산촌지역청년층정주환경모델사업, 산촌지역자원고도활용촉진모델사업등을 실시해왔고, 1991년부터 산촌도시교류환경종합 모델사업이 실시되고 있다.

#### 3.4.4.3. 산촌진흥농림어업특별대책

국가의 산촌진흥대책은 크게 구별해서 일반시책과 특별시책으로 분류된다. 일반시책은 교통시설의 정비, 산업진흥, 고용증대, 국토보전, 문화 및 후생정비시설 등 전국을 대상으로 한 시책으로 결과적으로 산촌지역도 포함되는 일반적 시책이고, 특별시

책은 수익대상지가 산촌으로 한정된 특별시책이다.

농림수산성에서 실시하는 산촌진흥농림어업대책사업은 산촌만을 대상으로한 특별시책으로 산촌진흥법에 기초하여 진흥산촌을 대상으로 한 우대조치와 국토청이 정책실험사업으로 실시하고 있는 진흥산촌개발종합특별사업뿐이다.

농림수산성의 농림어업대책으로는 토지개량사업, 농용지개발사업 등, 농업진흥대책, 임업구조개선사업, 조림임도사업 등 임업진흥대책과 산촌진흥농림어업대책 및 기타 특별사업을 실시하고 있다.

또한 1991년(평성 3년)부터 시작된 신산촌진흥농림어업대책은 일본의 신산촌진흥대책을 사업면에서 지원하는 특별대책사업으로 농림어업진흥을 도모하는 것이 적당하다고 인정되는 진흥산촌을 포함하는 시정촌을 대상으로 하고 있다. 이사업의 목적은 산촌지역의 활성화를 도모하기 위하여 지역개성을 살린 복합적인 지역산업진흥, 도시와의 교류촉진 등에 중점을 둔 지역진흥시책이다. 이 사업의 종류는 산촌진흥대책 추진사업, 농림어업진흥사업, 삼림·농지 등 보전관리사업, 도시와의 교류촉진시설 정비사업, 정주환경정비사업, 고령자·부인활동시설 정비사업 등이 있다.

### 3.4.5. 일본 산촌진흥시책의 시사점

일본은 자연적, 사회적, 경제적, 문화적 혜택을 받지 못하고 산업기반이나 생활환경의 정비수준이 다른 지역에 비해 낮은 위치에 있는 산촌지역의 진흥을 도모하기 위하여 1965년 산촌진흥사업을 실시하기 하기위한 법적 근거를 마련하였으며 지금까지 10차례에 걸쳐 산촌진흥법을 개정하였다. 산촌진흥법은 1950년대 고도 경제성장 과정에서 위기감에 직면한 산촌주민들, 전국산촌의 시정촌장과 관계국회의원의 적극적인 노력에 의하여 탄생된 결과라는 점을 주목할 필요가 있다.

산촌진흥대책은 낙후된 산촌지역의 지역격차의 시정을 위하여 국토균형발전차원에서 국토교통성, 총무성, 농림수산성, 문부성, 보건성, 윤수성, 노동성, 자치성, 임야청, 국토청, 지자체 등 각 관련부처 간 횡적인 협조로 산촌진흥을 도모하였다는 점을 주시해야 한다.

우리 나라는 산촌개발사업을 「산촌개발추진요령」 이란 산림청 예규에 의해 산림시책사업으로 추진해오다 2001년 5월에 제정된 산림기본법에 산촌관련 조항이 포함되어 산촌개발사업의 법적기반을 마련하게 되었다. 또한 2002년 7월1일 「임업및산촌진흥촉진에관한법률」 을 제정함으로써 법적인 토대위에서 사업을 수행할 수 있게 되

었다. 하지만 이 법률은 산촌진흥을 위한 법률이라기보다는 임업부문과 산촌부문을 포괄하는 법률이므로 하나의 법률속에서 산촌의 종합적인 정책수립이 가능하도록 산촌진흥법(가칭)과 같은 특별법을 제정할 필요가 있다.

특히 일본은 산촌진흥법 유효기간이 2005년 3월말로 기간이 도래함에 따라 산촌진흥법을 10년 연장하고, 내용보강을 포함하는 「산촌진흥법의 일부개정법률」이 2005년 3월 30일 공포하였다. 일본은 4차례에 걸친 산촌진흥법의 연장을 통해 지속적으로 산촌진흥대책을 추진해나갈 수 있는 이유는 산촌진흥법에 의한 각종 사업을 통해 산촌의 교통, 통신, 산업기반, 생활환경의 지역격차를 완화하고 산촌지역이 담당해야 하는 자연적, 경제적, 사회적, 문화적 기능에 대한 새로운 인식에 대한 국민적 공감대가 형성되어 있기 때문이다.

우리 나라의 경우도 산촌진흥이 단순히 산촌주민의 소득향상에만 관련되는 것이 아니라 국토의 균형발전 차원에서 산촌주민의 삶을 보장해주어야만 국토의 보전, 수자원 함양, 자연환경의 보전 등의 산촌의 역할을 담당할 수 있기 때문에 산촌진흥사업에 대한 많은 지원과 투자가 되어져야한다는 국민적 공감대를 형성해 나가야하며 대국민홍보를 통한 홍보를 통해 산촌개발의 당위성을 내세워 기존 농어촌개발사업보다 산촌개발사업에 더 많은 투자가 되어질 수 있도록 정책적 지원을 요청해야 한다.

### 3.4.6. 일본의 산촌지역 개발 사례

우리나라보다 30년 앞서 산촌진흥사업을 추진한 일본의 산촌진흥프로그램중 녹색관광사업이 잘 운영되고 있는 나가노현(長野縣)의 이이야마시(飯山市) 모리노이에(森の家), 시가무라(四賀村) 크라이가르텐(시민농원), 호리가네무라(堀金村) 물산센타 3지역에 대한 사례를 우리나라 산촌개발사업에 벤치마킹할 가치가 있어 소개 한다.

#### 3.4.6.1. 녹색관광(Green Tourism)- 나가노현 이이야마시(長野縣 飯山市) 모리노이에(森の家)

모리노이에(森の家)는 나가노현 이이야마시(長野縣 飯山市)에 위치하고 있다. 일본 혼슈(本州)의 중부지방 동부 내륙에 위치해 있는 이곳을 동경에서 버스로 4시간 정도 걸린다.

이이야마시는 해발이 300m~1,000m에 위치하는 고원지대로 11월 중순부터 5월 말

까지 눈이 내려 농작물의 생육기간이 짧아 생산성이 떨어져 농작물재배조건이 불리한 지역이다. 이 지역의 경제적 기반을 조성하기 위해 시에서는 1950년부터 스키장을 조성하고 민박사업과 버섯재배 등을 지원하였다. 1960~1970년대 겨울철 스키인구를 많이 유치하면서 민박이 성황을 이루었으나 경제가 악화되면서 스키손님과 민박수입이 줄어들자 사계절 관광객 유치를 위해 10년 전부터 농지와 산림을 활용한 녹색관광사업을 계획하여 투자하기 시작하였으며 모리노이에는 그 사업의 하나이다.

모리노이에는 녹색관광을 위한 시설로 1997년 농업구조개선사업으로 부지매입 및 건물신축자금 등에 총사업비 4억6천만엔(국가보조 50%)을 투입하여 1999년 완공하였다. 부지는 6ha이며 시설로는 종합교류터미널 1동, 산막 9동, 눈체험장 1동이 있다. 운영은 공익법인(이이야마시진홍공사)이 하고 있으며 공익법인의 이사장은 이이야미 시 시장이 맡고 있다.

모리노이의 직원은 9명으로 대부분 20~30대의 자연을 사랑하는 젊은이들로 구성되었다. 운영방침은 Green Tourism이 핵심으로 숙박사업, 녹색체험 활동, 강사 파견 등을 하고 있다. 모리노이에 이용객은 연간 17,000명 정도로 수도권과 1시간정도의 거리에 있는 나가노시 주민이 대부분이며 이중 숙박이용객은 6,000명 정도다.

녹색관광사업 실시이전에는 스키가 주 관광 아이템이었으나 현재는 여름에는 카누, 가을에는 단풍, 겨울에는 스키로 계절별로 다양화되었다. 녹색관광 이전에는 스키와 관광의 비율이 7 : 3이었으나 지금은 4 : 6으로 역전되었다.

녹색관광사업으로 현재 활용되는 아이템은 초목염색, 덩굴바구니 만들기, 메밀반죽 만들기, 숲속수공예품, 크로스컨츄리스키, 농작물 파종·수확체험, 숯굽기 체험, 자연관찰, 조류관찰, 별관찰, 버섯따기, 낚시, 겨울생태관광, 설국체험 등 계절별로 특성을 살려 다양한데 가장 인기 있는 아이템은 소바체험(전통식 방식으로 국수를 제조하는 체험), 산림욕, 카누라고 한다.

모리노이애와 인접한 나베쿠라 고원 산촌마을은 기후적 조건이 농사에 불리하여 농업소득이 낮아 젊은층들은 도시로 떠나고 노인들이 마을을 지키고 있었다. 휴경지와 일손이 부족하여 수확을 하지 못한 메밀밭에 수확할 자원자를 모집하는 표지판을 보았는데 우리나라도 농사철에 일손이 부족한 실정인데 농산촌에서 수확에 자원봉사자를 활용하는 것을 시도해보는 것이 좋을 것 같다. 또한 유휴농지를 활용하기 위해 메밀밭 오너제도를 운영하고 있었는데 이는 도시민들이 메밀밭을 소유하면서 씨뿌리기부터 수확까지 참여하도록 하는 제도인데 우리나라도 유휴지에 도시민들이 농사체험을 할 수 있도록 이 제도를 도입해 볼만한 가치가 있다고 생각한다.

### 3.4.6.2. 시민농원(크라이가르텐)-나가노현 시가무라(長野縣 四賀村)

크라이가르텐은 나가노현(長野縣)의 중앙부인 시가무라(四賀村)에 위치하고 있다. 시가무라촌은 총면적이 90km<sup>2</sup>로 이중 산림이 80%를 차지하고 인구는 6천명이다. 이 곳의 주요산업은 뽕나무재배로 견사생산을 하고 있었는데 수입생사에 밀려 뽕밭으로 사용되고 있던 15km<sup>2</sup>가 유휴황폐지로 방치되었다. 유휴황폐지를 개발하여 산촌과 도시교류를 목적으로 17년전인 1988년(평성 1년)에 촌장의 주도로 독일의 농촌을 모방한 크라이가르텐(독일어로 “자연농원”의 의미)을 구상하고 1990년에 사업방향을 구체화하였다.

이 사업은 산촌진흥사업으로 1993년에 사업비 6억2천만엔(산촌진흥비 50%, 주민자부담 13%, 지자체 기체 37%)으로 목조주택 53개동과 부대시설(1개동당 면적은 300m<sup>2</sup>)이며 이중 100m<sup>2</sup>이 밭)을 완공하였다. 입주희망자의 경쟁률은 10 : 1정도로 인기가 좋아 2000년~2003년까지 다른 카르텐 2곳(미도리오구크라이가르텐, 모찌모로크라이가르텐)에 78동을 개발하여 현재 총 131동이 있다.

농원의 부지는 주민의 소유로 운영주체가 매년 300평당 5만엔의 임대료를 주고 있는데 크라이가르텐의 개발로 주민들은 유휴지에서 수입을 얻고 있다. 운영은 제3섹타 형태로 관리주체는 관리공단에서, 운영과 입회금은 촌사무소에서, 농지소득은 토지소유자들이 얻는다. 현재 크라이가르텐은 시가무라(四賀村)사무소 직원 8명이 운영에 참여하고 있다.

각동은 장기체류가 가능하도록 거실과 생활시설(부엌, 목욕탕, 침구, 옷장)이 완비되어 있고, 텃밭의 경작은 야채나 꽃등을 유기농법으로 재배하도록 하고 있다. 시설 이용조건으로 유기농재배, 잡초제거, 해충구제, 비배관리, 환경오염방지를 의무화하도록 하고 1개월에 3~6일 이상은 체제하여야하고 위 조건을 이행하지 못하면 사용이 취소되도록 하였다. 이용객의 평균 체제일수는 월 7일 내외이며 일부는 1년 내내 체제하는 경우도 많다고 한다.

계약은 1년 단위로 이루어지고 5년까지 갱신이 가능하고, 5년 후에도 재계약이 가능하여 현재 10년 거주자가 있을 정도로 인기가 있다. 연간 임대료는 보통 가구당 20만엔이며 최고 36만엔까지 있는데 일반적으로 시내의 하숙비가 월 4~5만엔임을 감안하면 큰 부담이 안 되는 비용이라고 한다. 그 외의 경비로는 난방비, 수도세, 전기세, 행사참가 보조비 등은 사용자가 별도로 부담하는데 연간 10만엔 정도 듣다고 한다.

크라이크라이가르텐은 53개동 임대료에 의해 운영되는데 년간 수입금 4,000만엔중 2,000만엔은 토지소유자에게 지급되고, 1,000만엔은 20년후에 목조주택을 다시 건립해야하므로 시가무라(四賀村)사무소에 적립하고 있다고 한다.

크라이크라이가르텐은 53개동 임대료에 의해 운영되는데 년간 수입금 4,000만엔중 2,000만엔은 토지소유자에게 지급되고, 1,000만엔은 20년 후에 목조주택을 다시 건립해야하므로 시가무라(四賀村)사무소에 적립하고 있다고 한다.

크라이카르텐의 주이용객은 퇴직한 노인들로 거주지는 차로 4시간 이내(동경, 요코하마, 가나자와현 등)가 많으며, 이곳을 방문하는 시찰객들은 연간 1만명 정도나 된다고 한다. 크라이카르텐은 4월~11월중에는 월 1회씩 도농교류를 위한 이벤트를 개최하고 있으며, 매년 10월에는 각자의 농산물 수확의 기쁨을 나누는 수확제를 개최하여 입주민, 현지주민과 근린주민들이 함께 하는 자리를 마련하여 서로의 노고를 위로하면서 친밀감을 공유한다.

크라이가르텐은 시골친척제도를 두고 있는데 이는 도시이용자와 촌민 1가구씩이 친척을 맺어 농사일을 모르는 도시민들에게 주민들이 농사를 가르치고 체험할 수 있도록 도와준다. 주말만 이용하는 자는 잡초나 병해충 제거 등을 주말에 하고 평일에는 친척이 농작물에 물을 대신 뿌려준다. 도시와 농촌주민간의 사고나 의식에 있어 차이가 있으나 시골친척제도를 통하여 도시민이 농촌주민과 친척감정을 가지도록 친밀감을 부여함으로서 유대관계를 증진시키고 정보교환을 하고 있다.

그 외에도 도시민들이 크라이가르텐을 온천, 스키 등 주변관광을 즐기기 위한 거점시설로 이용하며 이러한 활동에서 파생되는 소비비용은 지역경제에 도움이 된다고 한다.

### 3.4.6.3. 물산센타(物産center)-나가노현 호리가네무라(長野縣 堀金村)

물산센타(物産center)는 나가노현 호리가네무라(長野縣 堀金村)사무소에서 100m정도 옆에 위치하고 있다.

호리가네무라는 면적이 65km<sup>2</sup>이며 이중 75%가 산림이고 경작지는 예로부터 벼농사 위주의 농업으로 전체 농지면적의 40%가 쌀을 생산하였으나 현재는 점차 줄어들고 있다. 20년 전부터 쌀이 과잉 생산되자 쌀농사 짓던 논은 보조금을 받고 보리나 콩을 심었으나 미국 수입품에 밀려 이제는 논에 채소나 꽃을 심고 있는 실정이라고 한다. 농사규모가 적어지면서 소면적의 경작인들은 생산량이 적어 농산물판매에 어려

움이 많았으나 이를 해결하고 유통비용을 줄임으로서 소비자는 농산물을 저렴하게 구입하고 농민은 더 많은 이득을 취할 수 있도록 직거래시스템으로 물산센터를 설립하였다.

물산센타는 1994년 직판장 2억엔, 가공시설에 1억엔, 총 3억엔이 투자되었는데 정부보조 85%, 호리가네무레사무소에서 15%를 지원받아 1996년에 완성되었으며 지역농산물과 가공품을 판매하고 있다.

물산센타는 부인회가 주축이 되어 조합에서 운영하고 있으며, 조합의 조직은 물산부, 가공부, 식당부로 구성되어 있고 남자 13명과 여자 38명이 근무하고 있다. 생산자는 판매가의 10%를 직판장 수수료로 부담함으로서 직거래를 통한 유통비용을 줄여 농민에게 실질적 소득혜택이 돌아간다. 소비자가격결정은 시장가격에 기준하여 조합원과 생산자가 협의하여 결정한다. 이지역의 주산물은 사과, 복숭아, 꽃, 야채 등으로 농민들이 직접 생산한 농산물을 개장전에 가져와 판매하고 매장에는 우리나라농협처럼 농산물뿐만 아니라 생필품 등을 판매한다. 연간 매출액은 6억엔으로 100만명 정도가 이용하고 이용객들은 이곳에서 10km 떨어진 인근 도시인 마스코트 시민이 60%, 춘소재지 주민이 30%, 이지역 주민이 10%를 차지한다. 직접 방문이 어려운 소비자를 위해 전화나 팩스에 의한 신청으로 택배도 가능하나 인터넷판매는 아직 시작하고 있지 않았지만 앞으로 실시하려고 계획하고 있다고 한다.

한편 물산센타는 도시민과의 교류거점시설로서 농산물의 직거래 판매뿐만 아니라 계절별로 농산촌의 체험활동을 포괄하는 녹색관광을 실시하여 농가소득을 올려 지역농업 활성화에 공헌하고 있다.

#### 3.4.6.4. 일본의 산촌지역 녹색관광 시사점

일본 산촌진흥사업은 국가의 산촌에 대한 종합적이고 체계적인 정책과 지속적인 투자와 지원, 지방자치단체의 산촌주민 발전을 위한 비전제시와 적극적인 노력, 지역주민들의 정부정책에 대한 협조와 자발적인 참여 등 관민 협력에 의해 성공인 성과를 거두고 있음을 알 수 있었다.

모리노이애 녹색관광은 지형적 기후적 요인으로 농작물재배가 불리하여 휴경지가 늘자 휴경지를 활용하여 도시민과 교류를 위한 종합교류터미널과 산막을 시설하고 다양한 녹색체험프로그램을 개발하여 도시민들을 산촌으로 끌어들이면서 지역경제가 활성화되었다. 호리가네무라 물산센타는 도시민과의 교류거점시설로서 농산물직거

래 판매가공은 물론 농산촌체험 활동과 연계하여 농가소득 증가 등 지역농업 활성화에 크게 기여하고 있다. 시가무라 크라이가르텐은 유휴농지를 도시민들이 체제하면서 유기농법을 할 수 있도록 시민농원을 조성하여 토지소유자는 임대소득을 얻고 있었으며 시골친척제도를 도입함으로서 도농간 인식격차를 줄이고 상호이해를 통해 발전한 성공모델이라고 볼 수 있다. 우리나라 산촌지역도 산업화로 인한 도시로의 인구유출로 농사를 지을 인구가 급격히 줄면서 휴경지가 증가하고 있는데 크라이가르텐과 같은 모델을 한국 실정에 맞도록 리모델링하여 발전시킨다면 우리나라에서도 성공할 수 있는 좋은 아이템이라고 생각된다.

### 3.5. 산촌개발사업 발전방안

#### 3.5.1. 자연친화적 산촌마을 조성

산촌마을의 주택 신축이나 개량을 하는 경우 대부분 건축재료로 벽돌이나 시멘트를 주로 사용하고 주택의 전체적인 형태도 스파브 형태로 짓는데 이는 산촌의 특성과 이미지를 살리지 못하고 주변경관과 어울리지 않는다. 따라서 산촌경관과 특색을 살릴 수 있도록 주택을 조성하여 도시민들이 산촌을 이해하고 체험하는 장이 되도록 해야 한다. 이를 위한 대안이 다음과 같이 제시될 수 있다.

- 산촌마을의 자연적 문화적 요소와 어울리는 환경친화적 산촌주택 모델 개발제시
- 자연친화적 건축소재 사용 유도(목재주택, 황토벽, 너와 등)
- 산촌지역의 생태적 특성에 잘 어울리는 돌담 및 생울타리 조성

#### 3.5.2. 산촌지역의 새로운 소득원 발굴 및 지역 특산품 개발

산촌지역의 가장 어려운 과제중 하나는 산촌주민의 소득을 어떤 방법으로 높여줄 것인가라고 할 수 있다. 대부분 산촌마을은 소득원으로 표고버섯재배, 산나물재배 등 한정된 품목에 집중되고 있어 동일품목의 과잉생산으로 인한 산촌주민의 피해가 발생할 가능성이 높다. 소득원 개발을 위해 몇가지 대안을 다음과 같이 제시할 수 있다.

- 지역 특산품 개발(예 : 일본의 일촌일품운동 전개, 함평의 나비축제, 임실의 로즈피아 장미, 진주 장생도라지, 전남 장흥 어성초재배 및 가공광장(어성초 캤차,

어성초 발효식품) ) 및 보급을 확대하고 기술지원 강화

- 환경친화적인 방법에 의한 청정 농임산물 생산 및 산림농업 적극 육성
- 국·공유림을 산림자원 소득원으로 활용하는 방안 강구(국유림 대부 확대)

### 3.5.3. 녹색산촌체험관광마을 인증마크 부여

산림청의 산촌개발사업 대상마을이나 산촌개발사업 대상지역이 아니더라도 산촌마을 중에서 산촌체험 여건이 적합한 마을을 선정하여 산촌녹색관광사업을 지원하고 녹색산촌체험관광마을을 인증하는 제도를 도입하는 것이 필요하다.

### 3.5.4. 산촌개발마을 시설물에 대한 간판부착

산촌개발사업비로 시설되는 시설물에 대하여 효율적인 관리와 홍보효과 및 이용자의 관심을 높이기 위하여 ‘산촌개발 마을 및 시설물관리번호 부여 관리요령’에 의거 시설물 사업명과 관리번호를 부여하도록 되어있다. 하지만 일부지역에서는 시설물 지역에 시설간판이 설치되지 않아 산촌개발사업에 의해 이후어진 사업(예. 산막시설, 마을회관, 농산물 판매센타, 저온저장고 등)이 타 사업에 의해 시행되었는지 개인 소유물인지 구별이 되지 않는 경우가 있으므로 시설물마다 반드시 입간판을 설치하여 산촌사업에 의해 시설물이 설치되었다는 것을 마을 주민에게는 물론 외부 관광객에게 홍보하여 산촌개발사업에 대한 홍보효과를 거양시킬 필요가 있다(예: 일본의 산촌진흥시책에 의한 간판, 농림부의 녹색농촌 체험마을 간판, 사업비가 지원되지 않지만 간판을 설치하여 사업홍보를 하고 있는 농협의 팜스테이(farm stay마을, 환경부의 생태우수마을 등)

### 3.5.5. 도시와 산촌교류의 활성화

산촌지역의 문제점과 어려움을 어느 정도 해결할 수 있다고 생각한다. 임업연구원(김종호, 1998)에서 산촌과 도시지역의 주민을 대상으로 실시한 설문조사결과에 의하면 도시민(90.7%)이 산촌주민(79%)보다 도시·산촌교류에 대해 더 많은 관심을 갖고 있는 것으로 나타났다. 특히 도시민들은 교류희망지역으로 산촌, 농촌, 어촌 중 산촌 지역을 가장 선호하고 있다.

산촌을 교류지역으로 활용하기 위해서는 도로와 교통시설을 정비해야한다. 산촌지

역의 기반시설확충 등 복지증진을 위한 시책을 지속적으로 추진한다면 도시와 산촌의 교류활성화로 농·임산물 판매를 확대하면서 산촌주민의 소득을 올릴 수 있을 것이다. 도시와 산촌지역의 교류 활성화시키는데 녹색관광과 정보화 추진이 중요하다고 생각한다.

### 3.5.5.1. 산촌녹색관광(Green Tourism)의 추진

근로기준법 개정으로 내년부터 주5일 근무제가 본격화됨에 따라 여가시간이 증가하면서 기존의 관광지에서 벗어나 산촌지역에서 여가를 즐기려는 새로운 관광패턴의 변화로 산촌지역의 녹색관광에 대한 수요가 급증할것으로 예상된다. 산촌지역은 생태적으로 건강하면서 울창한 산림자원, 풍부한 수자원, 아름다운 경관을 갖고 있으며 농림업 체업의 기회를 향유할 수 있으므로 녹색관광의 최적지라고 할 수 있다.

선진국인 프랑스, 독일, 영국, 일본의 농산촌지역에서는 지역활성화를 위한 전략으로 녹색관광(green tourism)을 적극적으로 추진하여 주민소득을 올리고 있다.

우리나라에서는 그동안 농림부에서 관광농원, 민박마을, 농어촌휴양단지를 조성하였으나 운영상 어려움을 겪었다. 산림청에서 실시하는 산촌개발사업의 경우 자연휴양림과 연계하여 주민의 소득을 올릴 수 있도록 휴양림 인근에 산촌마을을 조성하였으나 운영프로그램의 미흡으로 휴양림 방문 이용자들과 산촌마을 간 연계성이 많지 않은 실정이다. 최근 농림부에서는 농촌주민들이 참여하여 농림업과 농산촌의 다면적 기능을 소득증대와 연계할 수 있도록 농촌지역 활성화를 위한 새로운 패러다임 전환으로 녹색관광농촌마을 사업을 추진하고 있다.

녹색관광(Green Tourism)은 산촌주민의 삶의 질을 향상시키고, 관광객을 만족시키고, 깨끗한 환경자원의 질을 유지시키는데 목표를 둬야한다. 이를 위해서는 산촌의 이미지에 맞는 깨끗한 정주환경을 조성하고, 도시민들에게 지역의 특산물과 신선한 농산물을 제공할 수 있어야하고, 자연체험과 영농에 대한 교육으로 지식과 흥미를 전달하고, 건전한 휴식과 레저활동 공간을 제공하고, 다양한 이벤트와 도시민과 산촌주민간 프로그램 개발이 필요하다. 그렇게 하면 많은 도시민들이 산촌마을을 방문할 것이고, 재 방문함으로써 주민들의 소득이 향상될 수 있을 것이다.

### 3.5.5.2 정보화 추진

도시와 농산촌간 격차는 경제적·사회적·문화뿐만 아니라 정보화에서도 큰 수준

의 차이가 난다. 행자부에서는 도사와 농촌간 정보화 격차를 해소하고 정보화를 통한 부가가치 창출을 위해 행정자치부가 2001년부터 추진하고 있다. 금년 하반기부터 2단계정보화 사업으로 읍면동 단위 100~1만세대를 1본으로 1차행정기관과 학교, 병원, 도서관, 금융기관, 문화시설을 연결하는 네트워크를 구축한다. 특히 농림부의 녹색농촌체험관광, 해양수산부의 디지털어촌마을, 행정자치부에서 추진중인 소도읍가꾸기, 아름마을, 그리고 산림청에서 산촌개발사업을 추진하고 있는 산촌마을과 연계하여 낙후된 농산어촌을 개선하는데 중점을 둔다.

경북 영양군 수비마을 등을 비롯한 수개의 마을들이 정보화마을로 선정되어 홈페이지를 구축하여 산촌마을을 소개하고 있다. 신규로 설계하는 산촌마을은 개발계획에 마을 홈페이지를 작성하여 농림특산물판매와 산촌체험관광을 활성화 시켜야 할 것이다. 또한 산촌개발사업에 의해 개발된 마을 전체와 이외에도 산촌녹색체험마을로 적합한 마을을 선정하여 산림청 홈페이지와 연결시킬 필요가 있다.

연구신서 제 11 호

---

## 숲가꾸기 표준 교재 전자책

- V. 산림경영 -

---

2007년 5월 일	인쇄
2007년 5월 일	발행

---

발행인 : 정광수

제작처 : 고객지원과

---

발행처 : 국립산림과학원

서울특별시 동대문구 청량리2동 207

전화 : (02) 9612-592

FAX : (02) 967-5101

인쇄 : 웃고문화사 ☎ (02)2267-3956

---

■ 종이도 나무에서 나옵니다

<비매품>

ISBN 89-8176-247-3 93520

ISBN 89-8176-243-6 (전8권)